

INSTITUT FÜR BAUSTOFFKUNDE UND STAHLBETONBAU

DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

DIREKTOREN: PROF. DR.-ING. K. KORDINA - PROF. DR.-ING. G. REHM



Grundlagenversuche zum Verhalten von Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung bei Verwendung als Konstruktions-oder
Vorsatzbeton unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse
beim Schutzbau

Bericht erstattet

von

Dipl.-Ing. Lore Krampf

Juni 1969

Die Arbeiten wurden im Auftrage des Bundesministers für
Wohnungswesen und Städtebau (Az. IVB3 - 810705-122) durchgeführt.

Braunschweig, den 30.6.1969
Kr/Lf.

Postsendungen:
33 Braunschweig, Beethovenstraße 52
Erfüllungsort und Gerichtsstand Braunschweig

391
Fernsprecher (0531) 4902281

Fernschreiben 952698 lbf/b d

Zur Vermeidung von Verzögerungen wird dringend gebeten, Zuschriften nur an das Institut zu richten, nicht aber
an einzelne Mitarbeiter.

DK 666. 973 : 699.85

<u>Inhaltsübersicht</u>	Seite
1. Allgemeines; Zweck der Untersuchungen	2
2. Erwärmungsversuche	2
2.1 <u>Versuchsplanung und -vorbereitung</u>	2
2.11 Baustoffe	2
2.12 Prüfkörper	5
2.121 Konstruktion und Abmessungen	5
2.122 Meßquerschnitte	5
2.123 Lagerung und Trocknung	5
2.2 <u>Versuchsaufbau und -durchführung</u>	6
2.21 Brandraum und Beheizung	6
2.22 Einbau und Belastung der Versuchsplatten	6
2.23 Messungen während der Versuche	6
2.24 Sonstige Beobachtungen während der Versuche	6
2.3 <u>Versuchsergebnisse</u>	7
2.31 Versuchskörper A	7
2.32 " B	7
2.33 " C	8
2.34 " D	8
2.35 " E	8
2.36 " F	8
2.37 " G	9
2.38 " H	9
2.4 <u>Auswertung der Versuchsergebnisse</u>	10
3. Abplatzversuche	13
3.1 <u>Versuchsplanung und -auswertung</u>	13
3.11 Baustoffe	13
3.12 Prüfkörper	13
3.121 Konstruktion und Abmessungen	13
3.122 Meßquerschnitte	14
3.123 Lagerung und Trocknung	14

	Seite
3.2 <u>Versuchsaufbau und -durchführung</u>	14
3.21 Brandraum und Beheizung	14
3.22 Einbau und Belastung der Versuchswände	15
3.23 Messungen während der Versuche	15
3.24 Sonstige Beobachtungen während der Versuche	15
3.3 <u>Versuchsergebnisse</u>	16
3.301 Versuchskörper a	16
3.302 " b	16
3.303 " c	16
3.304 " d	17
3.305 " e	17
3.306 " f	17
3.307 " g	17
3.308 " h	18
3.309 " i	18
3.310 " k	19
3.311 " l	19
3.312 " m	20
3.313 " n	20
3.4 <u>Auswertung der Versuchsergebnisse</u>	21
Verzeichnis der Literatur	23
Verzeichnis der Anlagen	24
Verzeichnis der Bilder	25

1. Allgemeines; Zweck der Untersuchungen

Im Zusammenhang mit Untersuchungen von Schutzbauten gegen Waffeneinwirkungen steht eine Reihe von Fragen der Brandeinwirkung auf Bauteile an. Aufgrund seiner günstigen wärmetechnischen Eigenschaften und erzielbaren hohen Festigkeiten sollte Beton mit leichten Zuschlagstoffen besonders beim Schutzraumbau in wirtschaftlicher Weise als Konstruktions- und Schutzbeton eingesetzt werden. Mit natürlichen Leichtzuschlägen, wie Bims, lassen sich sehr gut wärmedämmende Leichtbetone niedriger Rohdichte herstellen, deren Festigkeiten jedoch nur sehr mäßig sind. Für hochfeste Konstruktionsleichtbetone mit geschlossenem Gefüge der Güten LB 225 und höher mit Rohdichten von $\sim 1,3$ bis $\sim 1,8 \text{ t/m}^3$ eignen sich als Zuschlag vor allem Blähschiefer und Blähtone.

Die vorhandenen Kenntnisse über das Verhalten hinsichtlich des Wärmedurchgangs, Festigkeits- und Abplatzungsverhaltens bei hohen Temperaturen reichen noch nicht aus, um Konstruktionsleichtbeton bei Schutzbauten werkstoffgerecht einsetzen zu können. Daher führte das Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau zwei Reihen von Grundlagenversuchen durch.

In der ersten Reihe wurden Erwärmungsversuche angestellt an Platten aus Konstruktionsleichtbetonen, die sich nach Zuschlagstoff, Rohdichte und Feuchtigkeitsgehalt unterschieden. Aus den gewonnenen Versuchsergebnissen wurden Temperaturfelder für die untersuchten Betone aufgezeichnet.

Die zweite Versuchsreihe diente zur Orientierung über das Abplatzverhalten von Konstruktionsleichtbeton unter Druckbeanspruchung. Die Untersuchungen wurden an wandartigen Elementen durchgeführt, deren Betone sich ebenfalls nach Zuschlagstoff, Rohdichte und Feuchtigkeitsgehalt unterschieden.

2. Erwärmungsversuche

2.1 Versuchsplanung und -vorbereitung

2.1.1 Baustoffe

Um ein möglichst breites Band von Konstruktionsleichtbetonen zu erfassen, wurden für die Versuche verschiedenartige Zuschlagstoffe verwendet, und zwar:

a) Blähschiefer; Fabrikat Norlit der Firma Nordcement AG, Hannover, aus dem Werk Hoiersdorf,

b) Blähton

b.1 Fabrikat detoon der Fa. Veit Dennert KG, Baustoffbetriebe, Schlüsselfeld/Ofr.

b.2 Fabrikat Leca der Fa. Georg von Giesches Erben, Hamburg

Die beiden Blähtonfabrikate unterscheiden sich im Herstellungsverfahren. detoon wird nach dem Zirkulations-Strömungsverfahren im Wirbelschachtofen hergestellt [1], während Leca im Drehofen nach dem Gegenstromverfahren gewonnen wird. Die hier verwendeten

detoon-Betone zeichneten sich durch hohe Festigkeiten aus, während die Leca-Betone mit der erreichten Güte von LB 225 noch den Konstruktionsleichtbetonen zuzurechnen sind, vor allem aber besonders geringe Rohdichten aufwiesen. Einem Teil der Betone wurde Natursand, Körnung 0-3, zugesetzt. (Herkunft: Grube Riemenschneider, Braunschweig). Als Zement wurde ein PZ 375 der Fa. Alemannia, Höver, verwendet.

Tafel 1

Aufbau der untersuchten Betone

Bezeichn.	Zement PZ 375 kg/m ³	Wasser kg/m ³	W/Z	Natursand 0 - 3 kg/m ³	Quarz- feinsand 0-0,2 kg/m ³	Leicht- zuschl. Art kg/m ³	Roh- dichte t/m ³	Roh- dichte- klasse	Leicht- beton- güte kp/cm ²
1,1	365	200	0,55	-	131	Bläh- schiefer (Norlit) 0-15 898	1,7	1,7	LB 450
1,2	365	200	0,55	500	131	Bläh- schiefer (Norlit) 0-15 585	1,8	1,7	LB 450
1,3	365	200	0,55	-	131	Bläh- schiefer (Norlit) 0-25 853	>1,6	1,7	LB 450
1,4	365	200	0,55	249	131	Bläh- schiefer (Norlit) 0-25 696	1,7	1,7	LB 450
2,1	365	200	0,55	-	131	Blähton (detoon) 0-12 822	<1,6	1,5	LB 450
2,2	365	200	0,55	330	131	Blähton (detoon) 0-12 637	1,7	1,7	LB 450
3,1	365	200	0,55	-	131	Blähton (Leca) 0-15 674	1,3	1,3	LB 225
3,2	330	182	0,55	-	131	Blähton (Leca) 0-15 706	1,3	1,3	LB 225

In Tafel 1 sind Mischungsaufbau, Würfeldruckfestigkeit, Rohdichte und Rohdichteklasse nach 2 zusammengestellt. Der Siebdurchgang der Leichtzuschlagstoffe lag überall im besonders guten Bereich. Grundsätzlich wurde allen Mischungen ein Anteil von 5 Vol-% Quarz-Feinsand 0-0,2 (Herkunft Firma Schlingmeier, Rhode/Elm) zugesetzt. Bei den Betonen mit Natursand-Zusatz wurden über 50 Gew-% der Leichtzuschläge, Fraktion 0-3, durch Natursand ersetzt. Die Leichtzuschläge wurden in ofentrockenem Zustand verarbeitet.

In Tafel 2 sind die Mittelwerte der Rohdichten der verwendeten Leichtzuschlagstoffe zusammengestellt:

Tafel 2

Leichtzuschläge

Art	Körnung mm	Kornrohichte Str Mp/m ³
Blähschiefer Norlit	0 - 3	1,65
	3 - 7	1,38
	7 - 15	1,23
	15 - 25	1,12
Blähton deeton	0 - 2	1,47
	2 - 5	1,25
	5 - 12	1,19
Blähton Leca	0 - 3	1,35
	3 - 7	1,00
	7 - 15	0,80

Es wurde angestrebt, eine bestimmte Beton-Rohdichte zu erreichen bei Variierung von Zuschlagsart und Korngröße unter Zuhilfenahme von Natursand. In Tafel 1 ist ersichtlich, daß Betone der Rohdichte 1,7 erreicht sind mit

- a) Blähschiefer 0 - 15 ohne Natursand, (Beton 1.1)
- b) " 0 - 25 mit " (" 1.4)
- c) Blähton " 0 - 12 " " (Beton 2.2)

Betone der Rohdichte 1,6 wurden hergestellt mit

- a) Blähschiefer 0 - 25 ohne Natursand, (Beton 1.3)
- b) Blähton 0 - 12 " " (Beton 2.1)

Es ist dadurch ein direkter Vergleich von Betonen gleicher Rohdichte, aber unterschiedlicher Zusammensetzung auf ihr Verhalten unter Brandbeanspruchung möglich.

2.12 Prüfkörper

2.121 Konstruktion und Abmessungen (hierzu Anlage 1)

Die Größe der Prüfkörper wurde den Abmessungen des verfügbaren Brandhauses angepaßt. Die Maße der Platten betrugen:

$$l = 1,35 \text{ m}$$

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$$d = 0,10 \text{ m}$$

Um bei einem Brandversuch mehrere Betone zugleich prüfen zu können, wurden die Platten durch Eternitstreifen in vier gleichgroße Felder unterteilt. Als konstruktive Bewehrung wurden geschweißte Baustahlmatten R 92 eingelegt. Öffnungen zur Durchführung von zwei NiCr-Ni-Thermoelementen wurden ausgespart.

2.122 Meßquerschnitte (hierzu Bild 1)

Als Meßquerschnitte wurden Würfel mit 10 cm Kantenlänge vorbetoniert, wobei die gleichen Mischungen wie bei dem umgebenden Beton verwendet wurden. In die Stahlschalungsformen dieser Würfel wurden Gewindestangen von 3 mm Durchmesser eingeschraubt, an denen die Fe-const-Thermoelemente befestigt waren. Durch diese Maßnahme wurde sowohl eine möglichst genaue Höhenlage der Meßpunkte garantiert wie auch der Einfluß der differierenden thermischen Stoffwerte der beim Schwerbeton verwendeten Eternithalter ausgeschaltet.

Durch Sägeschnitte, die unmittelbar neben den Gewindestangen geführt wurden, wurde stichprobenartig an bereits gebrannten Proben das Betongefüge in den Meßquerschnitten kontrolliert. Es war gleichmäßig und durch die Gewindestangen nicht gestört (siehe Bild 1).

Der Feuchtigkeitsgehalt der Meßprismen kann praktisch dem des umgebenden Betons gleichgesetzt werden, obwohl die Würfel einige Tage früher betoniert wurden. Der Feuchteausgleich während der langen Lagerungs- und Trocknungszeit der Probekörper ist als ausreichend anzusehen.

2.123 Lagerung und Trocknung

Die Prüfkörper wurden in einer geschlossenen Halle gelagert, die annähernd das Normklima 20/65 aufwies.

Zur Erreichung höherer Austrocknungsgrade wurden die Probekörper C, D, G und H (siehe 2.3) in einem Brandraum bei etwa 100 bis 120°C vor den Versuchen vorgetrocknet.

Die angegebenen Feuchtigkeitsgehalte in Gew.-% wurden durch Trocknung von Leichtbetonproben bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz ermittelt.

2.2 Versuchsaufbau und -durchführung

2.21 Brandraum und Beheizung (hierzu Anlage 2)

Die Versuchskörper wurden als obere Abdeckung einer Brandkammer mit den lichten Abmessungen

L = 1,55 m

B = 1,05 m

H = 1,50 m

untersucht. Die innere Ausmauerung des Brandraumbodens bestand aus Hartschamotte, die der Wände aus Gasbeton. Die neben dem Prüfkörper freien Flächen wurden mit Gasbetonplatten abgedeckt. In der rückwärtigen Brandraumwand befanden sich zwei Abzüge.

Die Beheizung nach der Einheitstemperaturkurve gemäß DIN 4102 erfolgte durch zwei Ölbrenner unter Verwendung von Heizöl EL nach DIN 51 603. Die Flammenachsen verliefen horizontal etwa 0,75 m unter der Prüfkörperunterseite; die Flammenlänge betrug 0,8 bis 1,0 m.

2.22 Einbau und Belastung der Versuchsplatten

Die Platten wurden im Mörtelbett verlegt. Eine Belastung zusätzlich zum Eigengewicht wurde nicht aufgebracht.

2.23 Messungen während der Versuche

Die Messungen der Brandraumtemperatur erfolgte 10 cm unterhalb der Versuchsplatten mittels zweier NiCr-Ni-Thermoelemente, die durch die Prüfkörper hindurchgeführt waren.

Durch Fe-const-Thermoelemente, die gemäß 2.122 in die Versuchskörper einbetoniert waren, wurden die Temperaturen im Betonquerschnitt gemessen. Die Meßstellen hatten

0,2

1,0

3,0

5,0

7,5 cm Betonüberdeckung,

gemessen von der beflamten Plattenunterseite. Außerdem wurde die Temperatur auf der Plattenoberfläche gemessen.

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum und im Prüfquerschnitt wurde durch Kompensographen registriert.

2.24 Sonstige Beobachtungen während der Versuche

Das Verhalten der Versuchskörper wurde während der Versuche dauernd kontrolliert; insbesondere wurden Betonabplatzungen und Feuchtigkeitsaustritt beobachtet.

2.3 Versuchsergebnisse

2.31 Versuchskörper A: Blähschiefer 1.1-1.4, Feuchtigkeit $\sim 6\%$ (hierzu Anlagen 3.01, 4.01 - 4.04, Bilder 2 und 3)

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum ist in Anlage 3.01 dargestellt.

Die Anlagen 4.01 bis 4.04 zeigen den Temperatur-Zeit-Verlauf in den Stahlleichtbeton-Querschnitten.

Während des Versuchs wurde relativ starker Feuchtigkeitsaustritt auf der Oberseite aller Teilkörper beobachtet, der in der elften Versuchsminute begann. Nach 40 min Versuchsdauer trocknete die Oberfläche langsam ab.

In der 14. Versuchsminute setzten Abplatzungen im Beton 1.1 (Blähschiefer 0-15 mm ohne Natursand) ein, die bis zur 40. Minute anhielten. Während dieser Zeit wurde der Teilkörper durch laufende Absprengungen teilweise bis zu 8 cm Tiefe zerstört. Störungen im Meßquerschnitt wurden jedoch nicht festgestellt.

Die Bruchflächen der abgeplatzten Leichtbetonstücke zerteilten generell das Zuschlagskorn. Die dadurch dem Feuer direkt ausgesetzten Blähschiefer-Querschnitte verfärbten sich rötlichbraun.

2.32 Versuchskörper B: Blähschiefer 1.1-1.4, Feuchtigkeit $\sim 5\%$ (hierzu Anlagen 3.02, 4.05 - 4.08, Bilder 4 und 5)

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum ist in Anlage 3.02 dargestellt.

Die Anlagen 4.05 bis 4.08 zeigen den Temperatur-Zeit-Verlauf in den Stahlleichtbeton-Querschnitten.

Während des Versuchs wurde relativ starker Feuchtigkeitsaustritt auf der Oberseite aller Teilkörper beobachtet, der in der 12. Versuchsminute begann. Nach 55 min Versuchsdauer war die Oberfläche wieder abgetrocknet.

In der 12. Versuchsminute setzten Abplatzungen im Beton 1.3 (Blähschiefer 0-25 mm ohne Natursand) ein, in der 15. Minute auch im Beton 1.1 (Blähschiefer 0-15 mm ohne Natursand). Laufende Absprengungen in den folgenden 25 Minuten zerstörten den Teilkörper 1.1 bis zu 6,5 cm, den Teilkörper 1.3 bis zu 5 cm tief. Störungen in den Meßquerschnitten wurden jedoch nicht festgestellt.

In beiden von Abplatzungen betroffenen Betonen zerteilten die Bruchflächen generell das Zuschlagskorn, das sich durch die direkte Feuereinwirkung rötlichbraun verfärbte.

2.33 Versuchskörper C: Blähschiefer 1.1 - 1.4, Feuchtigkeit ~ 3 %
(hierzu Anlagen 3.03, 4.09 - 4.12)

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum ist in Anlage 3.03 dargestellt.

Die Anlagen 4.09 - 4.12 zeigen den Temperatur-Zeit-Verlauf in den Stahlleichtbeton-Querschnitten.

Während des Versuchs wurde geringer Feuchtigkeitsaustritt auf der Oberseite aller Teilkörper beobachtet. Abplatzerscheinungen traten nicht auf.

2.34 Versuchskörper D: Blähschiefer 1.1 - 1.4, Feuchtigkeit ~ 1 %
(hierzu Anlagen 3.04, 4.13 - 4.16)

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum ist in Anlage 3.04 dargestellt.

Die Anlagen 4.13 - 4.16 zeigen den Temperatur-Zeit-Verlauf in den Stahlleichtbeton-Querschnitten.

Während des Versuchs wurde nur geringer Feuchtigkeitsaustritt auf der Oberseite aller Teilkörper beobachtet. Abplatzerscheinungen traten nicht auf.

2.35 Versuchskörper E: Blähton 2.1; 2.2; 3.1; 3.2, Feuchtigkeit ~ 7 %
(hierzu Bilder 6 und 7)

Während des Versuchs wurde von der 12. Minute an starker Feuchtigkeitsaustritt auf der Oberseite aller Teilkörper beobachtet.

Beginnend in der 15. Versuchsminute traten starke Abplatzerscheinungen bei allen Teilkörpern auf. Die Zerstörungen waren so weitgehend, daß der Versuch nach 45 Minuten abgebrochen werden mußte.

Im Beton 2.1 (Blähton 0-12 mm ohne Natursand) waren die Abplatzungen bis zu 6 cm tief, im Beton 2.2 (Blähton 0-12 mm mit Natursand) bis zu 6,5 cm; in den Betonen 3.1 und 3.2 (Blähton 0-15 mm ohne Natursand) bis zu 8 cm. Die Bruchflächen gingen generell durch das Zuschlagskorn, das starke bräunliche Verfärbungen aufwies.

Die Meßergebnisse dieses Versuchs sind unbrauchbar.

2.36 Versuchskörper F: Blähton 2.1; 2.2; 3.1; 3.2, Feuchtigkeit ~ 6 %
(hierzu Anlagen 3.05; 4.17 - 4.20, Bilder 8 und 9)

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum ist in Anlage 3.05 dargestellt.

Die Anlagen 4.17 - 4.20 zeigen den Temperatur-Zeit-Verlauf in den Stahlleichtbeton-Querschnitten.

Während des Versuchs wurde relativ starker Feuchtigkeitsaustritt auf der Oberseite aller Teilkörper beobachtet, der nach 12 Versuchsminuten begann. Nach 45 Minuten Versuchsdauer begann die Oberfläche abzutrocknen.

In der 18. Versuchsminute setzten Abplatzungen im Beton 2.2 (Blähton 0-12 mm mit Natursand) ein, in der 22. Minute auch im Beton 3.1 (Blähton 0-15 mm ohne Natursand). Die Abplatzungen hielten bis zur 45. Minute an und zerstörten durch laufende Absprenungen den Beton 2.2 bis zu 9 cm tief, den Beton 3.1 teilweise bis zu 5,5 cm tief. Die Bruchflächen gingen generell durch das Korn des Zuschlagstoffes, an dem nach Erkalten des Prüfkörpers bräunliche Verfärbungen festgestellt wurden.

Durch Zerstörung des Maßquerschnittes sind von der 24. Versuchsminute an die Temperaturmeßergebnisse des Betons 2.2 unbrauchbar.

2.37 Prüfkörper G: Blähton 2.1;2.2;3.1;3.2; Feuchtigkeit ~ 4 %
(hierzu Anlagen 3.06; 4.21 - 4.24)

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum ist in Anlage 3.06 dargestellt.

Die Anlagen 4.21 bis 4.24 zeigen den Temperatur-Zeit-Verlauf in den Stahlleichtbeton-Querschnitten.

Während des Versuchs wurde Feuchtigkeitsaustritt auf der Oberseite aller Teilkörper von der 19. bis zur 40. Versuchsminute beobachtet. Abplatzerscheinungen traten nicht auf.

2.38 Prüfkörper H: Blähton 2.1;2.2;3.1;3.2; Feuchtigkeit ~ 1 %
(hierzu Anlagen 3.07; 4.25 - 4.28)

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum ist in Anlage 3.07 dargestellt.

Die Anlagen 4.25 - 4.28 zeigen den Temperatur-Zeit-Verlauf in den Stahlleichtbeton-Querschnitten.

Während des Versuchs wurde nur geringer Feuchtigkeitsaustritt auf der Oberseite aller Teilkörper beobachtet. Abplatzerscheinungen traten nicht auf.

2.4 Auswertung der Versuchsergebnisse

Aus den nach Kompensographendiagramm gezeichneten Kurven des Temperatur-Zeit-Verlaufs im Querschnitt (Anlagen 4.01-4.28) wurden die Darstellungen des Temperaturgradienten über den Querschnitt entwickelt - Anlagen 5.01 - 5.08-.

In den Diagrammen ist jeweils ein Beton gleicher Zusammensetzung, jedoch unterschiedlichen Feuchtigkeitsgehalts gewählt und es ist die Temperatur im Querschnitt zu den Zeitpunkten 30, 60, 90, 120 und 180 min aufgezeichnet.

Anlage 5.09 zeigt als Vergleich dazu die Temperaturgradienten für einen Normalbeton aus quarzitisches Zuschlagstoffen mit einer Betonrohddichte von etwa $2,3 \text{ t/m}^3$. Diese Anlage ist als Transparentpause angeheftet, um direkte Vergleiche zu ermöglichen.

In den Anlagen 6.01 - 6.08 ist der Isothermenverlauf in den verschiedenen untersuchten Betonen unter Zugrundelegung einer mittleren "Ausgleichsfeuchte" von 4 bis 5 Gew.-% d.h. dem Feuchtigkeitsgehalt, der in einem Bauwerksbeton nach einiger Zeit zu erwarten sein dürfte, nach 30, 60, 90, 120 und 180 min Beflammungsdauer dargestellt. Diese Darstellung erfolgt in $^{\circ}\text{C}$ gegenüber allen vorangegangenen, bei denen die Temperaturerhöhung in grd angegeben ist. Der Umrechnung liegt die Annahme einer Anfangstemperatur von $+ 20^{\circ}\text{C}$ zugrunde. Anschließend werden die gefundenen Ergebnisse diskutiert.

Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes

Aus der Darstellung des Temperaturgefälles in den Leichtbetonquerschnitten (Anl. 5.01 - 5.08) ist eine Gesetzmäßigkeit der Beeinflussung des Erwärmungsvorganges durch die Betonfeuchte nicht erkennbar. Die Streuung der Kurven liegt vielmehr im üblichen Toleranzbereich. Bei Betrachtung des Temperatur-Zeit-Verlaufs in den Querschnitten (Anlage 4.01 - 4.28) ist festzustellen, daß bei den feuchteren Leichtbetonen eine Verlangsamung des Temperaturanstiegs in der Nähe des H_2O -Siedepunktes deutlich wird, hervorgerufen durch den Energieverbrauch bei der Verdampfung des in den Kapillar- oder Gelporen befindlichen freien oder scheinbar gebundenen Wassers. Diese Verzögerungen werden jedoch im weiteren Verlauf der Erwärmung wieder ausgeglichen.

Einfluß des Zuschlagstoffes

Die Darstellungen des Temperaturgefälles in den Leichtbetonquerschnitten auf den Anlagen 5.01; 5.04 und 5.06 zeigen Leichtbetone gleicher Rohddichte ($\rho = 1,7 \text{ t/m}^3$), jedoch unterschiedlichen Mischungsaufbaus (vgl. 2.11, Tafel 1). Die Abweichungen, die im Kurvenverlauf festzustellen sind, können jedoch nicht als Gesetzmäßigkeit aufgefaßt werden, sondern sollten als Meßtoleranzen gedeutet werden. Die gemessenen Temperaturunterschiede liegen bei maximal etwa 20°C , also innerhalb der normalen Streuung.

Die Messungen am Beton 2.1 (Anl. 5.05), der die gleiche Rohdichte wie der Beton 1.3 (Anl. 5.03) aufwies, können nicht als Vergleichswerte herangezogen werden, da sie offenbar Fehlergebnisse liefern, deren Ursache nicht angegeben werden kann.

An den untersuchten Leichtbetonen hat sich bei $\rho = \text{const}$ hinsichtlich des Wärmedurchgangs kein Einfluß der Verschiedenartigkeit der Zuschlagstoffe ergeben.

Einfluß der Rohdichte; Vergleich mit Normalbeton

Im Vergleich zu quarzitischen Betonen mit der Rohdichte $\rho \sim 2,3 \text{ t/m}^3$ (Anl. 5.09) zeigt das Temperaturgefälle im Querschnitt aller hier untersuchten Leichtbetone einen steileren Verlauf (Anl. 5.01 - 5.08). Wegen der vorhandenen Streuung der Meßergebnisse können die Betone der Rohdichten 1,6 bis 1,8 nicht unterschieden werden, sondern werden in Mittelwerten zusammengefaßt.

Tafel 3 gibt eine Zusammenstellung der Temperaturabweichungen $\Delta T [\text{grd}]$ in verschiedenen Querschnittstiefen $u [\text{cm}]$ nach 30, 60, 90 und 120 min Versuchsdauer von den Temperaturen in einem Normalbeton an.

Tafel 3

Querschnittstiefe $u [\text{cm}]$	Rohdichte $[\text{t/m}^3]$	$\Delta T [\text{grd}]$ bei Versuchsdauer $[\text{min}]$			
		30	60	90	120
$u = 1,0$	1,3	-10	-20	-30	-60
	1,6-1,8	0	0	-10	-40
	2,3	0	0	0	0
$u = 3,0$	1,3	-60	-80	-100	-110
	1,6-1,8	-10	-20	-30	-50
	2,3	0	0	0	0
$u = 5,0$	1,3	-40	-80	-110	-130
	1,6-1,8	-10	-20	-40	-60
	2,3	0	0	0	0

Für eine spätere Normung ist es interessant zu wissen, in welcher Querschnittstiefe zu den vorgegebenen Feuerwiderstandszeiten die kritischen Stahltemperaturen T_{krit} erreicht werden. Daher sind in Tafel 4 die Ergebnisse aus den Isothermendarstellungen (Anl. 6.01 - 6.08) dahingehend ausgewertet, daß die Querschnittstiefen u [cm], in denen die Temperaturen 450, 500 und 550°C nach 30, 60, 90, 120 und 180 min Versuchsdauer erreicht werden, zusammengestellt sind.

Tafel 4

Rohdichte [t/m³]	T [°C]	u [cm] bei Versuchsdauer [min]				
		30	60	90	120	180
$\rho = 1,3$	450	0,8	1,8	2,6	3,4	4,7
	500	0,6	1,5	2,3	3,0	4,2
	550	0,4	1,3	2,0	2,6	3,8
$\rho = 1,6-1,8$	450	0,8	2,1	2,9	3,7	5,7
	500	0,6	1,7	2,5	3,2	5,1
	550	0,4	1,4	2,2	2,8	4,5
$\rho = 2,3^{+})$	500	1,0	2,5	3,5	4,5	6,0

^{+) In dieser Reihe sind die in [4] geforderten Betonüberdeckungen der Zugbewehrung aufgeführt}

3. Abplatzversuche

3.1 Versuchsplanung und -vorbereitung

3.11 Baustoffe

Die orientierenden Versuche über das Abplatzverhalten von Konstruktionsleichtbeton unter Last wurden beschränkt auf die Untersuchung von zwei verschiedenartigen Betonen, deren Mischungsaufbau, Betonrohddichte und Güte nachstehend beschrieben wird.

1. Zuschlagstoff Blähschiefer (Norlit)

Mischungsaufbau

Zement PZ 375	365 kg/m ³
Wasser	252 "
Quarzfeinsand	131 "
Norlit 0-25	777 "

Betonrohddichte 1,6

Betongüte LB 300

2. Zuschlagstoff Blähton (detoon)

Mischungsaufbau

Zement PZ 375	365 kg/m ³
Wasser	336 "
Quarzfeinsand	131 "
detoon 0-12	646 "

Betonrohddichte 1,6

Betongüte LB 450

Art und Herkunft der verwendeten Baustoffe sind in 2.11 beschrieben.

Die Mischungen wurden nach Volumenanteilen zusammengestellt. Der Siebdurchgang der Leichtzuschlagstoffe lag im besonders guten Bereich. Den Mischungen wurde ein Anteil von 5 Vol-% Quarz-Feinsand zugesetzt. Die Leichtzuschläge wurden in ofentrockenem Zustand verarbeitet.

3.12 Prüfkörper

3.121 Konstruktion und Abmessungen

Die Größe der Prüfkörper wurde den Abmessungen des verfügbaren Brandhauses angepaßt. Die Maße der wandartigen Elemente betrugen:

$$l = 0,80 \text{ m}$$

$$h = 0,80 \text{ m}$$

$$d = 0,10 \text{ m}$$

Die Versuchskörper wurden nicht bewehrt.

3.122 Meßquerschnitte (hierzu Bild 1)

Als Meßquerschnitte wurden Würfel mit 10 cm Kantenlänge vorbetoniert, wobei die gleichen Mischungen wie bei dem umgebenden Beton verwendet wurden. In die Stahlschalungsformen dieser Würfel wurden Gewindestangen von 3 mm Durchmesser eingeschraubt, an denen die Fe-const-Thermoelemente befestigt waren. Durch diese Maßnahme wurde sowohl eine möglichst genaue Höhenlage der Meßpunkte garantiert wie auch der Einfluß der differierenden thermischen Stoffwerte der beim Schwerbeton verwendeten Eternithalter ausgeschaltet.

Durch Sägeschnitte, die unmittelbar neben den Gewindestangen geführt wurden, wurde stichprobenartig an bereits gebrannten Proben das Betongefüge in den Meßquerschnitten kontrolliert. Es war gleichmäßig und durch die Gewindestangen nicht gestört (siehe Bild 1).

Der Feuchtigkeitsgehalt der Meßprismen kann praktisch dem des umgebenden Betons gleichgesetzt werden, obwohl die Würfel einige Tage früher betoniert wurden. Der Feuchteausgleich während der langen Lagerungs- und Trocknungszeit der Probekörper ist als ausreichend anzusehen.

3.123 Lagerung und Trocknung

Die Prüfkörper wurden in einer geschlossenen Halle gelagert, die annähernd das Normklima 20/65 aufwies.

Die angegebenen Feuchtigkeitsgehalte in Gew.-% wurden durch Trocknung von Leichtbetonproben bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz ermittelt.

3.2 Versuchsaufbau und -durchführung

3.21 Brandraum und Beheizung (hierzu Anlage 7)

Zur Versuchsdurchführung diente ein Brandhaus mit den lichten Abmessungen

L = 1,55 m

B = 1,05 m

H = 1,50 m,

in dessen Längsachse ein Belastungsgerüst zur Aufnahme der Probekörper eingebaut wurde. Durch die Maßnahmen zur Abschirmung des Gerüsts gegen übermäßige Wärmeeinwirkung wurde die lichte Höhe des Brandraumes auf 0,70 m verkleinert. Die innere Ausmauerung des Brandraumbodens bestand aus Hartschamotte, die der Wände aus Gasbeton. In der rückwärtigen Wand befanden sich zwei Abzüge. Oben wurde das Brandhaus mit Gasbetonplatten abgedeckt. Die Beheizung nach der Einheitstemperaturkurve gemäß DIN 4102 erfolgte unter Verwendung von Heizöl EL nach DIN 52 603. Bei einseitiger

Beheizung wurde ein Ölbrenner benutzt, dessen Flammenachse horizontal etwa in halber Höhe des freien Teils des Prüfkörpers verlief. Die Flammenlänge betrug 0,8 bis 1,0 m. Bei beidseitiger Beheizung wurde ein zweiter Ölbrenner auf der anderen Seite des Prüfkörpers in der gleichen Art wie der beschriebene installiert.

3.22 Einbau und Belastung der Versuchswände (hierzu Anl.7, Bild 10)

Die Versuchskörper wurden in einem stählernen Belastungsrahmen so eingebaut, daß sie oben und unten gelenkig gehalten waren. Die Seitenränder waren nicht geführt. Durch den oberen Rahmenriegel wurde die Kraft zweier 100 Mp-Pressen auf die Prüfstücke übertragen. Die Kraftschlüssigkeit des Systems wurde durch zwei Stahlspindeln, die das Oberhaupt gegen den unteren Riegel verankerten, hergestellt.

Bei den Maßverhältnissen der zu prüfenden Wände von $h/d = 80/10 = 8$ war ein Ausknicken nicht zu erwarten.

Die Stahlteile des Belastungsrahmens und die Pressen wurden durch Gasbetonsteine, Perliteschüttung und Vermitectaplaten vor übermäßiger Wärmeeinwirkung geschützt. Durch diese Maßnahmen wurde die der Beflammung ausgesetzte freie Höhe der Prüfwände auf 70 cm eingeschränkt.

3.23 Messungen während der Versuche

Die Messung der Brandraumtemperatur erfolgte in halber freier Wandhöhe 10 cm von den Prüfstücken entfernt mittels zweier NiCr-Ni-Thermoelemente, die von oben in den Brandraum geführt waren.

Durch Fe-const-Thermoelemente, die gemäß 3.122 in die Versuchskörper einbetoniert waren, wurden die Temperaturen im Betonquerschnitt gemessen. Die Meßstellen waren symmetrisch angeordnet und hatten

0,2
1,0
3,0
5,0 cm Betonüberdeckung .

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum und im Prüfquerschnitt wurde durch Kompensographen registriert.

3.24 Sonstige Beobachtungen während der Versuche

Das Verhalten der Versuchskörper wurde während der Versuche dauernd kontrolliert; insbesondere wurden Betonabplatzungen und Feuchtigkeitsaustritt beobachtet.

3.3 Versuchsergebnisse

3.301 Versuchskörper a: Blähschiefer; Feuchtigkeit $\sim 7,75\%$

Beheizung einseitig

Belastung $p = 100 \text{ kp/cm}^2$

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum entsprach der Einheitstemperaturkurve nach DIN 4102; geringe Abweichungen von der Sollkurve lagen im zulässigen Toleranzbereich.

Feuchtigkeitsaustritt auf der dem Feuer abgekehrten Wandseite setzte in der 25. Versuchsminute ein und hielt bis zum Versuchsende an.

Betonabplatzungen traten nicht auf.

Der Versuch wurde nach 60 min beendet.

3.302 Versuchskörper b: Blähschiefer; Feuchtigkeit $\sim 7,75\%$

Beheizung beidseitig

Belastung $p = 100 \text{ kp/cm}^2$

hierzu Anlage 8.01

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum entsprach der Einheitstemperaturkurve nach DIN 4102; geringe Abweichungen von der Sollkurve lagen im zulässigen Toleranzbereich.

Nach 42 Versuchsminuten trat ein schlagartiger, völliger Zusammenbruch des Probekörpers ein. Der Temperaturverlauf im Leichtbetonquerschnitt zum Zeitpunkt des Versagens ist in Anlage 8.01 dargestellt.

3.303 Versuchskörper c: Blähschiefer; Feuchtigkeit $\sim 4,25\%$

Beheizung einseitig

Belastung $p = 50 \text{ kp/cm}^2$

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum entsprach der Einheitstemperaturkurve nach DIN 4102; geringe Abweichungen von der Sollkurve lagen im zulässigen Toleranzbereich.

Feuchtigkeitsaustritt auf der dem Feuer abgekehrten Wandseite wurde nach 23 min beobachtet und hielt bis zum Versuchsende an.

Betonabplatzungen traten nicht auf.

Der Versuch wurde nach 60 min beendet.

3.304 Versuchskörper d: Blähschiefer; Feuchtigkeit ~ 4,25 %

Beheizung einseitig

Belastung $p = 100 \text{ kp/cm}^2$

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum entsprach der Einheitstemperaturkurve nach DIN 4102; geringe Abweichungen von der Sollkurve lagen im zulässigen Toleranzbereich.

Feuchtigkeitsaustritt auf der dem Feuer abgekehrten Wandseite wurde nach 25 Versuchsminuten beobachtet und hielt bis zum Versuchsende an.

Betonabplatzungen traten nicht auf.

Der Versuch wurde nach 60 min beendet.

3.305 Versuchskörper e: Blähschiefer; Feuchtigkeit ~ 4,25 %

Beheizung beidseitig

Belastung $p = 100 \text{ kp/cm}^2$

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum entsprach der Einheitstemperaturkurve nach DIN 4102; geringe Abweichungen von der Sollkurve lagen im zulässigen Toleranzbereich.

Nach 44 Versuchsminuten trat ein schlagartiger, völliger Zusammenbruch des Probekörpers ein. Der Temperaturverlauf im Leichtbetonquerschnitt zum Zeitpunkt des Versagens ist in Anlage 8.02 dargestellt.

3.306 Versuchskörper f: Blähschiefer; Feuchtigkeit ~ 3,25 %

Beheizung einseitig

Belastung $p = 120 \text{ kp/cm}^2$

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum entsprach der Einheitstemperaturkurve nach DIN 4102; geringe Abweichungen von der Sollkurve lagen im zulässigen Toleranzbereich.

Feuchtigkeitsaustritt auf der dem Feuer abgekehrten Wandseite wurde in der 30. Versuchsminute beobachtet und hielt bis zum Versuchsende an.

Betonabplatzungen traten nicht auf.

Der Versuch wurde nach 60 min beendet.

3.307 Versuchskörper g: Blähschiefer; Feuchtigkeit ~ 3,25 %

Beheizung beidseitig

Belastung $p = 120 \text{ kp/cm}^2$

hierzu Anlage 8.03

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum entsprach der Einheitstemperaturkurve nach DIN 4102; geringe Abweichungen von der Sollkurve lagen im zulässigen Toleranzbereich.

Nach 26 Versuchsminuten setzten Abplatzungen aus einer Seitenfläche der Wand ein, die sich schnell über die ganze Fläche ansbreiteten und an Tiefe zunahmen. Nach 30 min waren etwa zwei Drittel des Körpers abgeplatzt, und der Versuch wurde abgebrochen.

Die Bruchflächen der abgesprengten Leichtbetonstücke teilten generell das Zuschlagskorn.

Der Temperaturverlauf im Leichtbetonquerschnitt zum Zeitpunkt des Beginns der Abplatzungen ist in Anlage 8.03 dargestellt.

3.308 Versuchskörper h: Blähton; Feuchtigkeit $\sim 6,75\%$

Beheizung einseitig

Belastung $p = 100 \text{ kp/cm}^2$

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum entsprach der Einheitstemperaturkurve nach DIN 4102; geringe Abweichungen von der Sollkurve lagen im zulässigen Toleranzbereich.

Nach 18 Versuchsminuten wurde Feuchtigkeitsaustritt auf der dem Feuer abgekehrten Wandseite beobachtet. In der 26. min bildete sich ein senkrechter, durchgehender Riß, der einen etwa 4-5 cm breiten Pfeiler am Ende der Wand von dem Restkörper abtrennte. In der 32. Versuchsminute brach dieser Pfeiler zusammen. Aus der Bruchfläche setzten daraufhin Abplatzungen ein, die bis zum Versuchsende anhielten, aber nicht auf die Seitenfläche der Wand übergriffen. Nach 54 min brach der Restkörper völlig zusammen (Druckbruch).

Die Bruchflächen der abgesprengten Leichtbetonstücke teilten generell das Zuschlagskorn.

Der Temperaturverlauf im Leichtbetonquerschnitt zum Zeitpunkt des Beginns der Abplatzungen (32. Versuchsminute) ist in Anlage 8.04 dargestellt.

3.309 Versuchskörper i: Blähton; Feuchtigkeit $\sim 6,75\%$

Beheizung einseitig

Belastung $p = 50 \text{ kp/cm}^2$

hierzu Anlage 8.05

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum entsprach der Einheitstemperaturkurve nach DIN 4102; geringe Abweichungen von der Sollkurve lagen im zulässigen Toleranzbereich.

Feuchtigkeitsaustritt auf der dem Feuer abgekehrten Wandseite wurde nach 18 Versuchsminuten beobachtet. Abplatzungen aus der beflamten Seitenfläche der Wand setzten nach 20 min ein. Sie erfaßten schnell die gesamte Fläche und dauerten an, bis nach 43 min ein völliger Zusammenbruch (Druckbruch) des Prüfkörpers erfolgte.

Die Bruchflächen der abgesprengten Leichtbetonstücke teilten generell das Zuschlagskorn.

Der Temperaturverlauf im Leichtbetonquerschnitt zum Zeitpunkt des Beginns der Abplatzungen ist in Anlage 8.05 dargestellt.

3.310 Versuchskörper k: Blähton; Feuchtigkeit ~ 6,75 %

Beheizung einseitig

Belastung $p = 25 \text{ kp/cm}^2$

hierzu Anlage 8.06

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum entsprach der Einheitstemperaturkurve nach DIN 4102; geringe Abweichungen von der Sollkurve lagen im zulässigen Toleranzbereich.

Nach 22 Versuchsminuten wurde Feuchtigkeitsaustritt auf der dem Feuer abgekehrten Wandseite festgestellt. In der 32. min begannen Abplatzungen, die rasch größere Bereiche der beflamten Seitenfläche der Wand erfaßten. Die Abplatzungen dauerten an, bis nach 60 min etwa ein Drittel der Wand zerstört war. Der Versuch wurde nach 60 min beendet. Nach dem Ende der Beflammung und nach Entlastung des Prüfkörpers wurden weitere Abplatzungen beobachtet.

Die Bruchflächen der abgesprengten Leichtbetonstücke teilten generell das Zuschlagskorn.

Der Temperaturverlauf im Leichtbetonquerschnitt zum Zeitpunkt des Beginns der Abplatzungen ist in Anlage 8.06 dargestellt.

3.311 Versuchskörper l: Blähton; Feuchtigkeit ~ 4,75 %

Beheizung einseitig

Belastung $p = 100 \text{ kp/cm}^2$

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum entsprach der Einheitstemperaturkurve nach DIN 4102; geringe Abweichungen von der Sollkurve lagen im zulässigen Toleranzbereich.

Feuchtigkeitsaustritt auf der dem Feuer abgekehrten Wandseite wurde in der 21. Versuchsminute beobachtet und hielt bis zum Versuchsende an.

Betonabplatzungen traten nicht auf.

Der Versuch wurde nach 60 min beendet.

3.312 Versuchskörper m: Blähton; Feuchtigkeit ~ 4,75 %

Beheizung beidseitig

Belastung p = 100 kp/cm²

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum entsprach der Einheitstemperaturkurve nach DIN 4102; geringe Abweichungen von der Sollkurve lagen im zulässigen Toleranzbereich.

Betonabplatzungen traten nicht auf.

Der Versuch wurde nach 60 min beendet.

3.313 Versuchskörper n: Blähton; Feuchtigkeit ~ 4,75 %

Beheizung einseitig

Belastung p = 130 kp/cm²

Der Temperatur-Zeit-Verlauf im Brandraum entsprach der Einheitstemperaturkurve nach DIN 4102; geringe Abweichungen von der Sollkurve lagen im zulässigen Toleranzbereich.

In der 15. Versuchsminute wurde Feuchtigkeitsaustritt auf der dem Feuer abgekehrten Wandseite beobachtet und hielt bis zum Versuchsende an.

Betonabplatzungen traten nicht auf.

Der Versuch wurde nach 60 min beendet.

3.4 Auswertung der Versuchsergebnisse

Es wurden insgesamt dreizehn wandartige Elemente aus Konstruktionsleichtbeton untersucht, dabei wurden an sechs Probekörpern Abplatzerscheinungen beobachtet. Deutlich trat die unterschiedliche Art dieser Abplatzungen in Erscheinung.

Bei den Prüfkörpern b und c trat ein schlagartiger Zusammenbruch nach 42 bzw. 44 Versuchsminuten ohne vorherige Ankündigung ein. Die Elemente hatten 7,75 bzw. 4,25 Gew-% Feuchtigkeit und wurden, beansprucht mit σ_{zul} , beidseitig beheizt. Der Temperaturverlauf über den Querschnitt zum Zeitpunkt des Zusammenbruchs ist in Anl. 8.01 und 8.02 dargestellt.

Die Ursachen dieser Art von Abplatzungen sind die gleichen wie beim Normalbeton. Eigenspannungen, hervorgerufen durch die Erwärmung des Querschnitts, die in den Außenzonen wesentlich stärker ist als im Innern, erzeugen an den Querschnittsrändern Druck. Dieser wird überlagert mit Druckspannungen aus äußerer Last. Durch Hinzutreten anderer ungünstiger Einflüsse werden die sog. "gefährlichen" oder "zerstörenden" Abplatzungen ausgelöst.

Die andere Art von Abplatzungen, die an den Versuchskörpern g, h i und k festgestellt wurde, beruht auf dem Charakter der Zuschlagstoffe, die bei bestimmten Temperaturen einer plötzlichen Volumenvergrößerung unterliegen und geschoßartig aus dem Betongefüge herausgesprengt werden können.

Bei beidseitiger Beflammung traten beim Versuchskörper g, der mit $\sigma = 120 \text{ kp/cm}^2 \approx 1,2 \sigma_{zul}$ beansprucht wurde und einen Feuchtigkeitsgehalt von 3,25 Gew-% besaß, Abplatzungen der beschriebenen Art auf. Der Temperaturgradient über den Querschnitt bei Beginn der Abplatzungen ist in Anl. 8.03 aufgezeichnet.

Die Körper h, i und k hatten 6,75 % Feuchtigkeit, wurden einseitig beheizt und mit 0,8, 0,4 und 0,2 σ_{zul} beansprucht. Auf den Anlagen 8.04 bis 8.06 ist das Temperaturgefälle in den Querschnitten bei Beginn der Abplatzungen dargestellt.

Anschließend werden die gefundenen Ergebnisse diskutiert.

Es konnte keine Abhängigkeit der "Zuschlagstoff-Abplatzungen" von der Querschnittsbeanspruchung aus äußerer Last festgestellt werden. Bei den wandartigen Elementen traten solche Erscheinungen noch bei einer Druckbeanspruchung von 0,2 σ_{zul} auf, und sie wurden im ersten Teil der Versuche bei Platten auch in der Biegezugzone beobachtet (vergl. 2.3).

Bei einseitiger Beflammung sind "Zuschlagstoff-Abplatzungen" sowohl bei den Wänden als auch bei den Platten nur bei Betonfeuchtigkeitsgehalten von ≥ 5 Gew-% beobachtet worden-

Unterschiedliches Verhalten von Blähschiefer und Blähton wurde nicht festgestellt.

Bei keinem der Versuchskörper ist ein plötzliches Versagen infolge "Zuschlagstoff-Abplatzungen" aufgetreten. Vielmehr erfolgte durch fortwährende Absprengungen kleinerer oder größerer Betonschollen eine kontinuierliche Schwächung des Querschnitts bis zum Zusammenbruch durch Erreichen der Bruch-Spannung des Restquerschnitts.

Mittel zur Weiterführung der Versuche mit dem Ziel, verbindliche Aussagen zu machen über das Abplatzverhalten verschiedenartiger Konstruktionsleichtbetone unter Brandbeanspruchung sind beim Bundesministerium für Wohnungswesen und Städtebau bereits beantragt.

Verzeichnis der Literatur

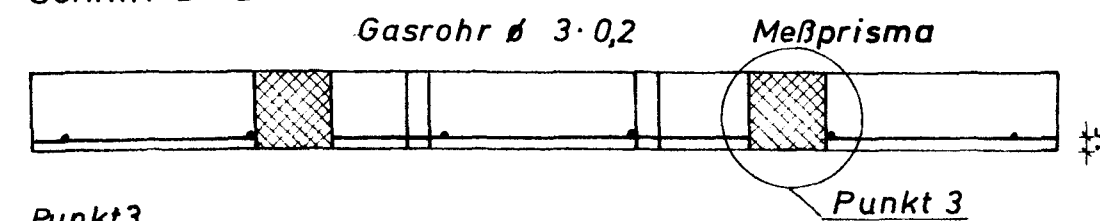
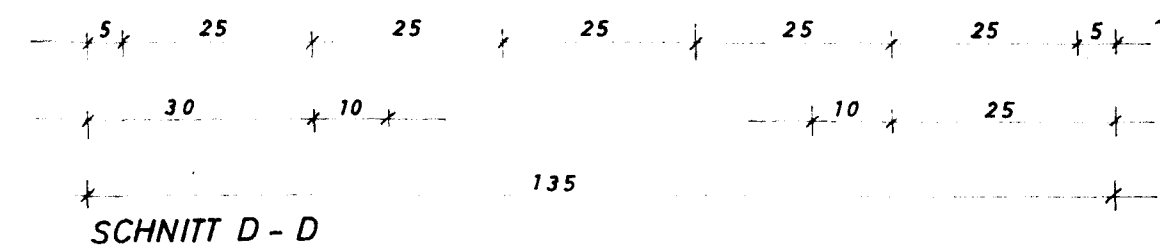
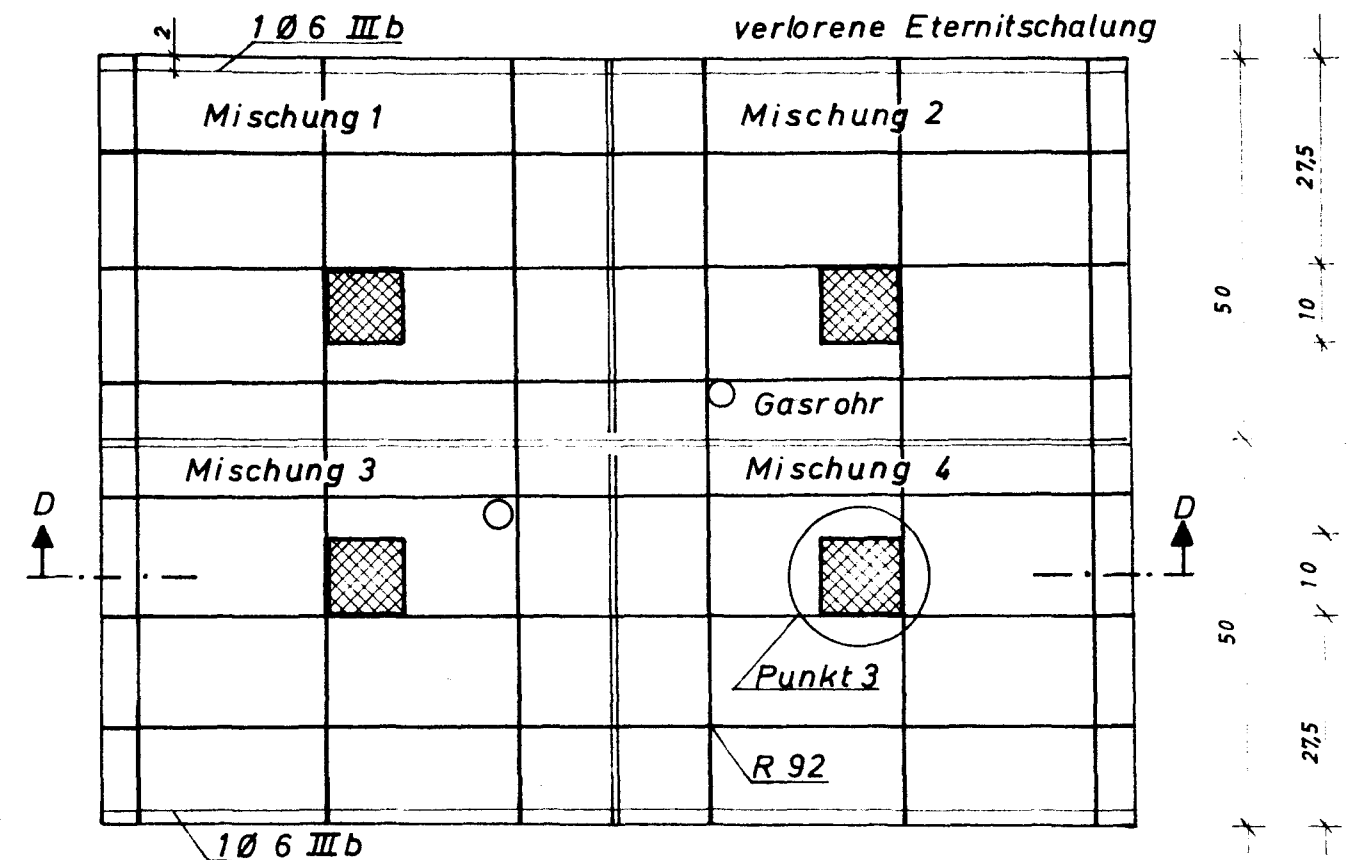
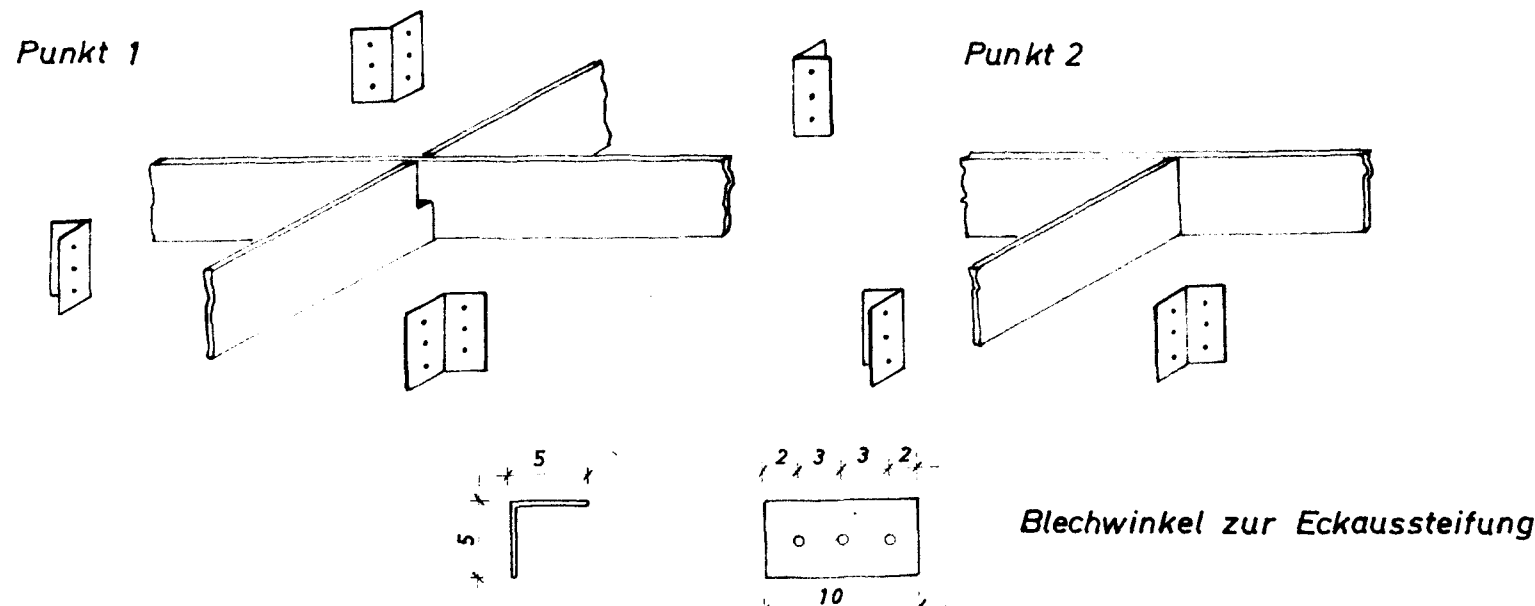
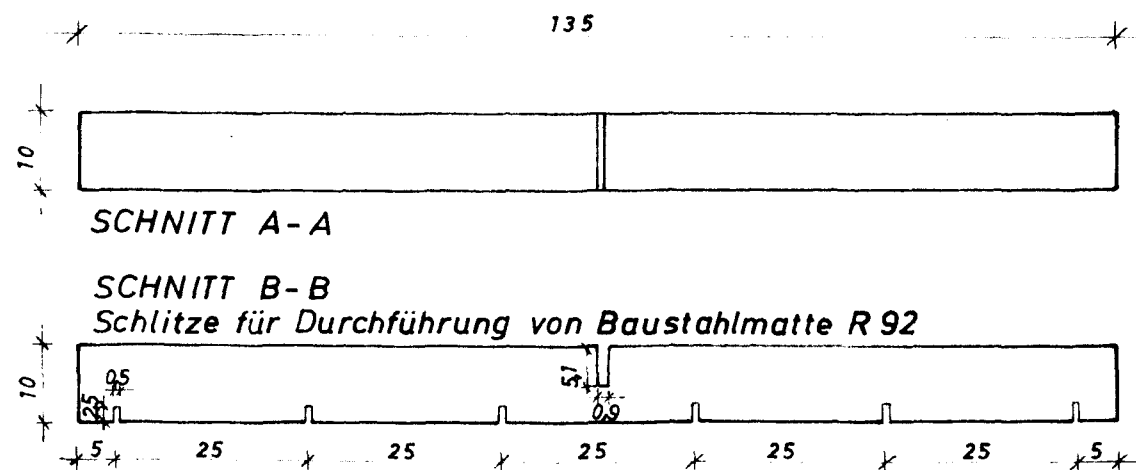
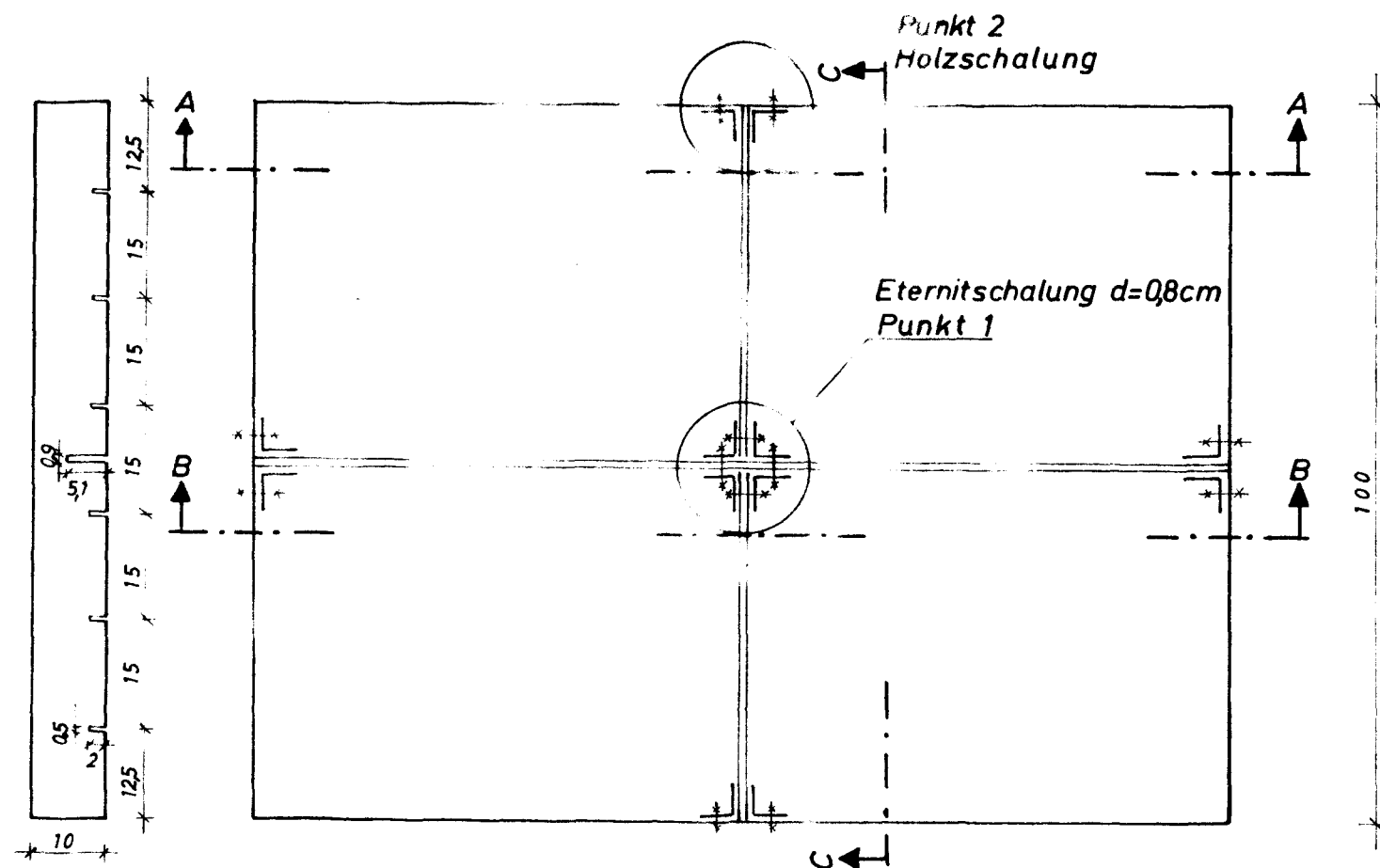
- 1 Dennert, H.V.: "Herstellung von Blähton nach dem Zirkulations-Strömungsverfahren"
Die Ziegelindustrie 1966/Heft 22
- 2 "Stahlleichtbeton; Vorläufige Richtlinien für Ausführung und Prüfung"
Fassung August 1967
- 3 Wischers, G.: "Herstellung und Eigenschaften von Leichtbeton hoher Festigkeit"
Zement-Taschenbuch 1968/69
- 4 Kordina, K.: "Grundlagen für den Entwurf von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen mit bestimmter Feuerwiderstandsdauer"
Stahlbetonbau. Berichte aus Forschung und Praxis - Hubert Rüsch gewidmet.
W. Ernst & Sohn, München 1969.

Verzeichnis der Anlagen

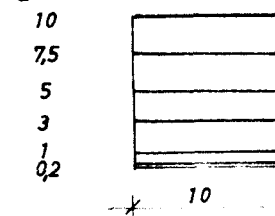
Anlage 1	Konstruktion der Prüfkörper	
" 2	Versuchsaufbau	
" 3.01	Temperaturen im Brandraum	
3.07		
" 4.01	Temperaturverlauf im Querschnitt	Erwärmungs- versuche
4.28		
" 5.01	Temperatur im Querschnitt	
5.09		
" 6.01	Isothermenverlauf	
6.08		
" 7	Versuchsaufbau	
" 8.01	Temperatur im Querschnitt zum Zeitpunkt des Versagens	Abplatzversuche
8.06		

Verzeichnis der Bilder

Bild 1	Leichtbetongefüge in den Meßquerschnitten
Bild 2	Versuchskörper A; beheizte Plattenunterseite nach dem Versuch
Bild 3	wie Bild 2
Bild 4	Versuchskörper B; beheizte Plattenunterseite nach dem Versuch
Bild 5	wie Bild 4
Bild 6	Versuchskörper C; beheizte Plattenunterseite nach dem Versuch
Bild 7	wie Bild 6
Bild 8	Versuchskörper F; beheizte Plattenunterseite nach dem Versuch
Bild 9	wie Bild 8
Bild 10	Belastungsgerüst für wandartige Elemente

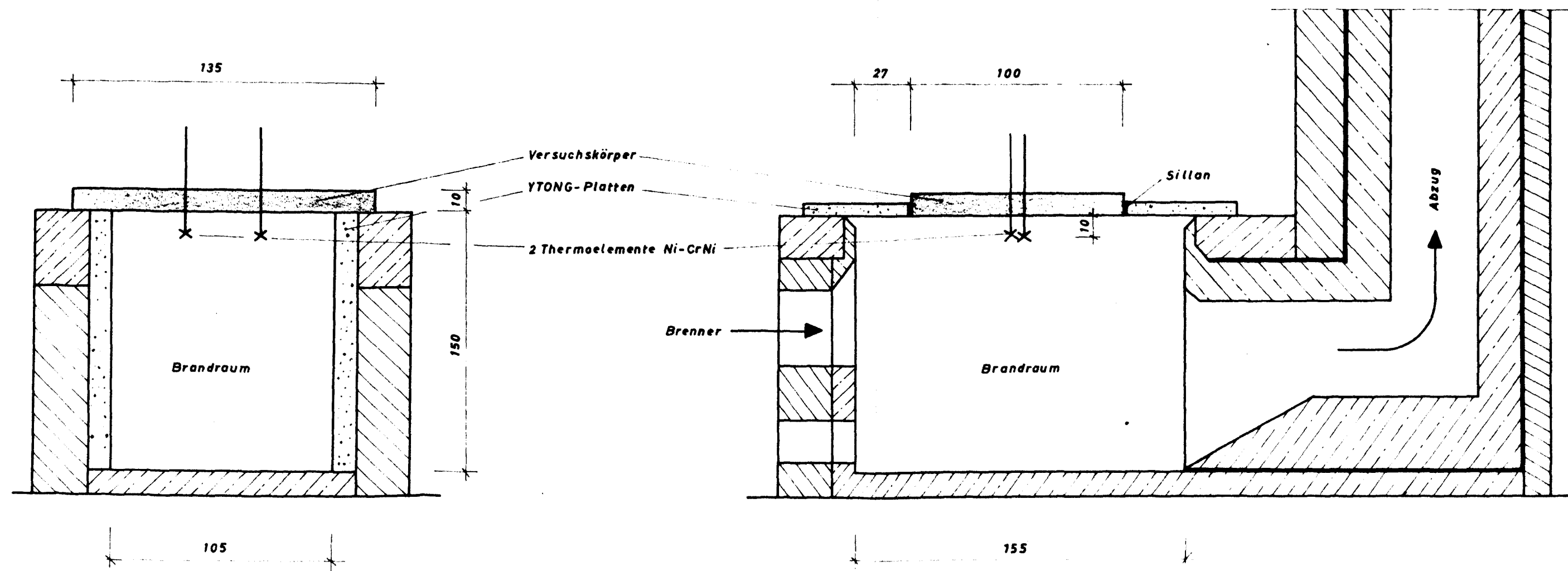


Punkt 3
Betondeckung U(cm)

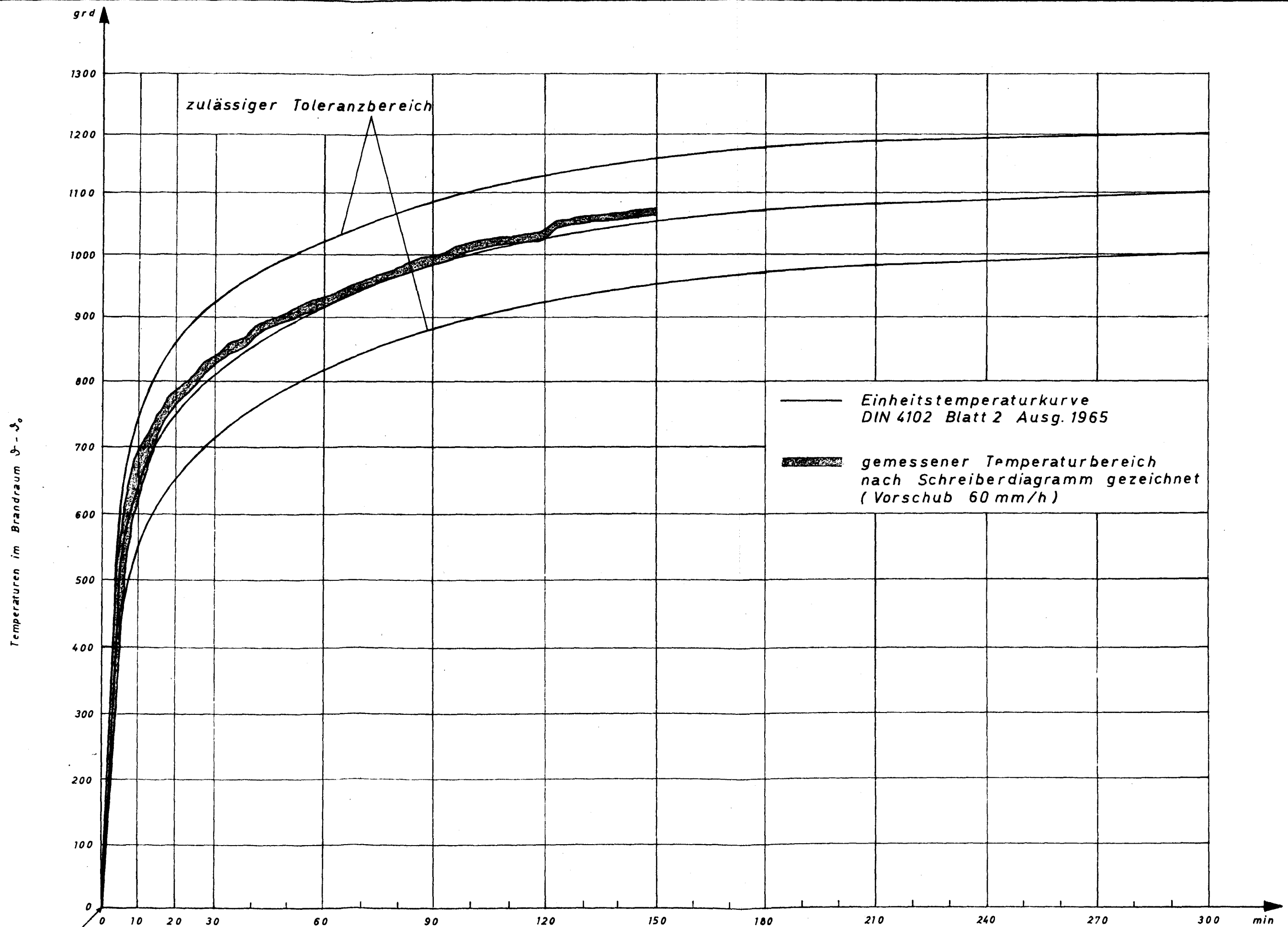


Die Meßprismen aus Konstruktionsleichtbeton der vorgegebenen Mischung sind vorzufertigen und beim Betonieren der Prüfkörper in die Schalung einzubringen.

Konstruktion der Prüfkörper	Versuchskörper A-H
Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung	Anlage 1
Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau Technische Hochschule Braunschweig Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen	



Versuchsaufbau	Versuchskörper A-H
Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung	Anlage 2
Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau Technische Hochschule Braunschweig Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen	

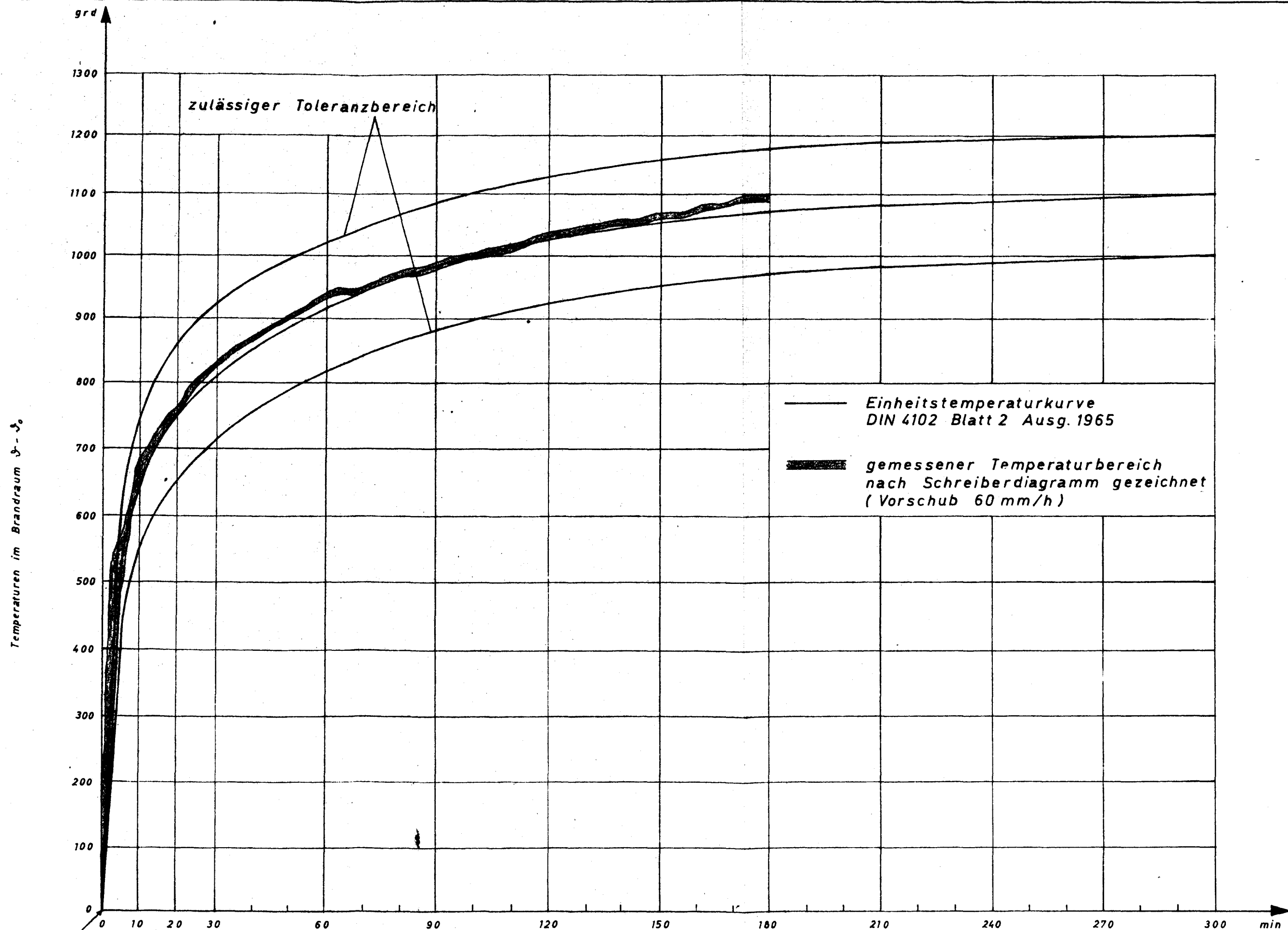


Ausgangstemperatur
bei Versuchsbeginn 22 °C

Temperatures im Brandraum
Versuchskörper A

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen

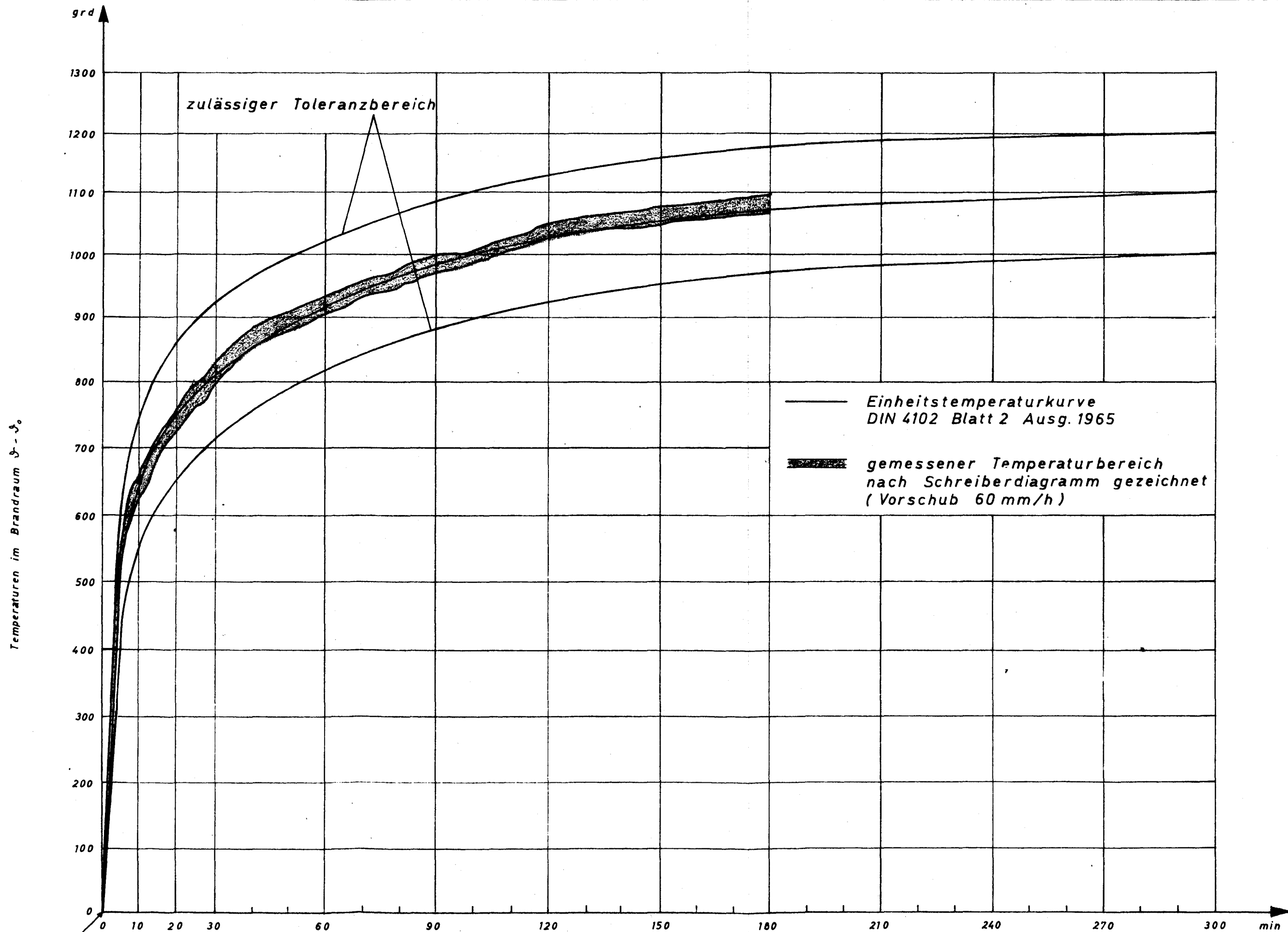
Anlage 3.01



Temperatures in the Fire Chamber Test Body B

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen

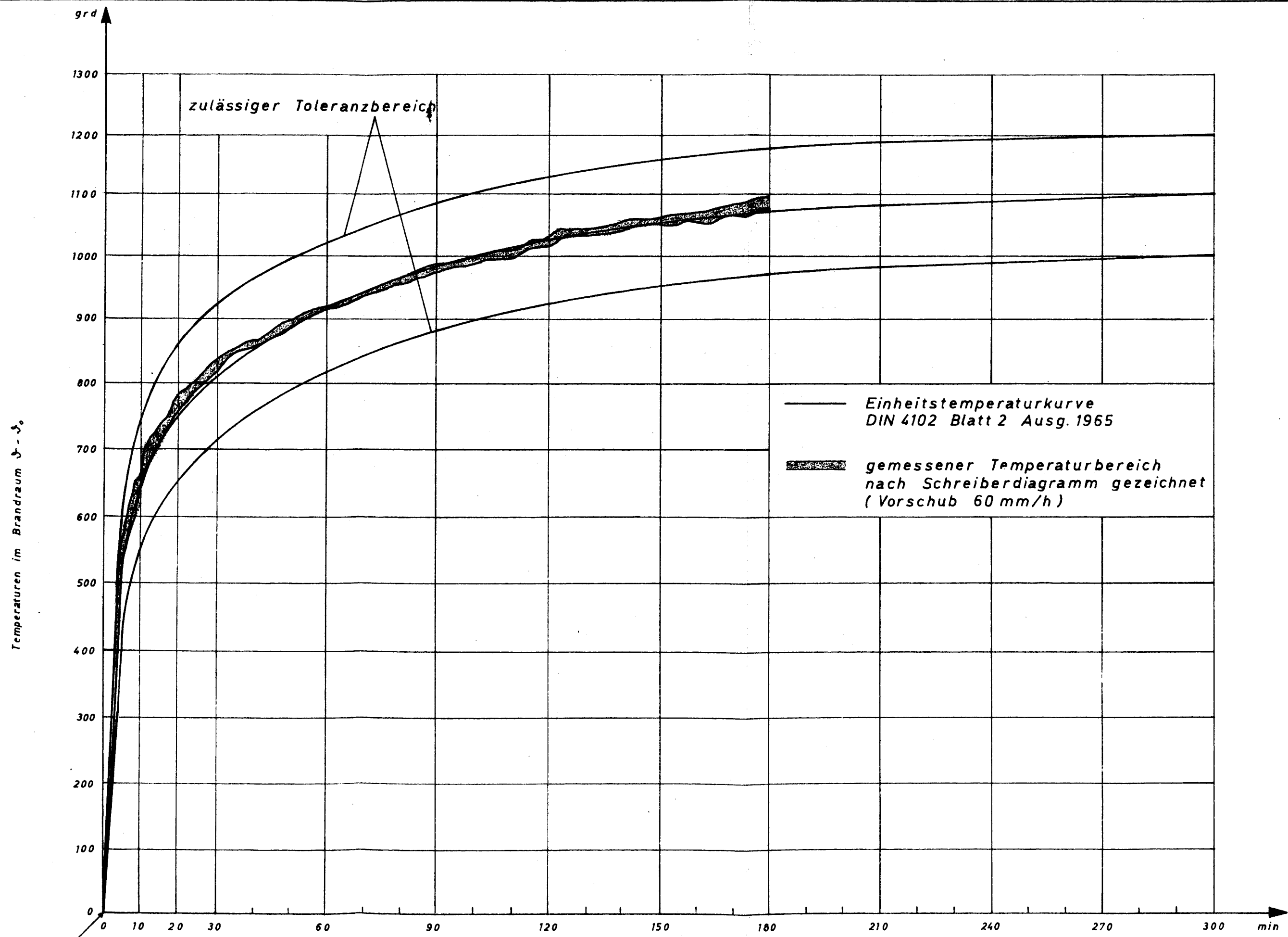
Anlage 3.02



Temperatures in Fire Chamber Test Body C

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen

Anlage 3.03

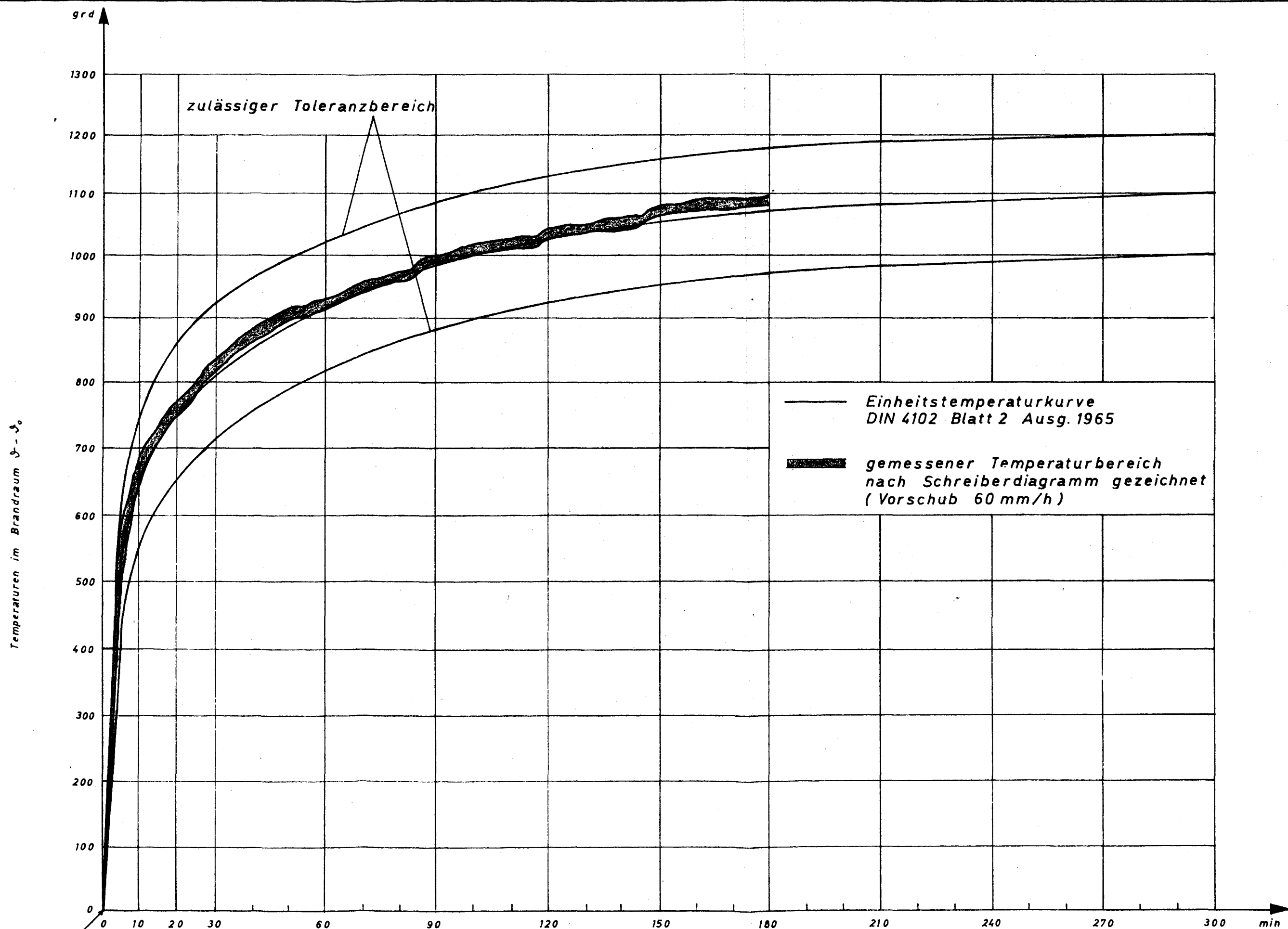


Ausgangstemperatur
bei Versuchsbeginn 22°C

Temperaturen im Brandraum
Versuchskörper D

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen

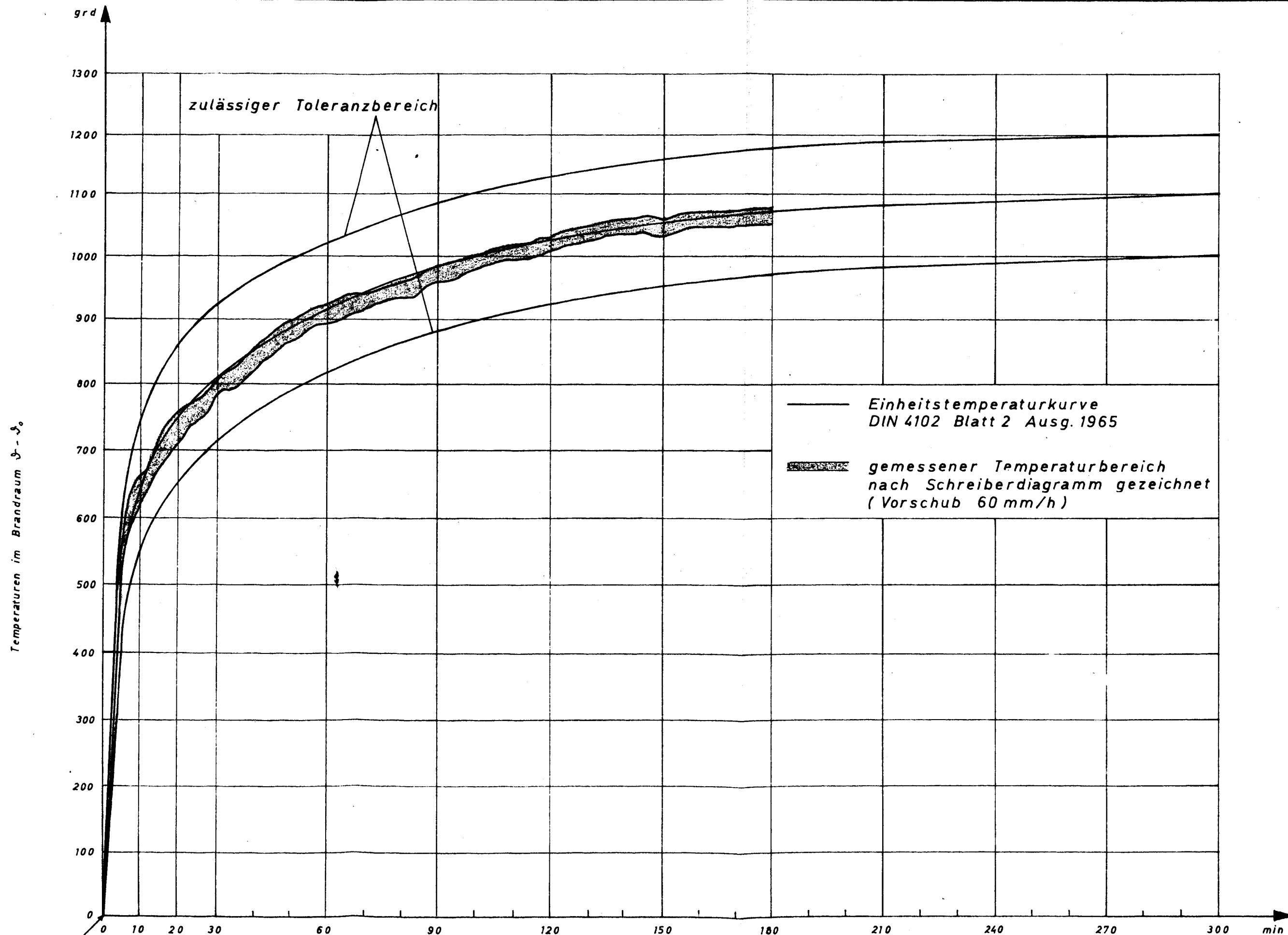
Anlage 3.04

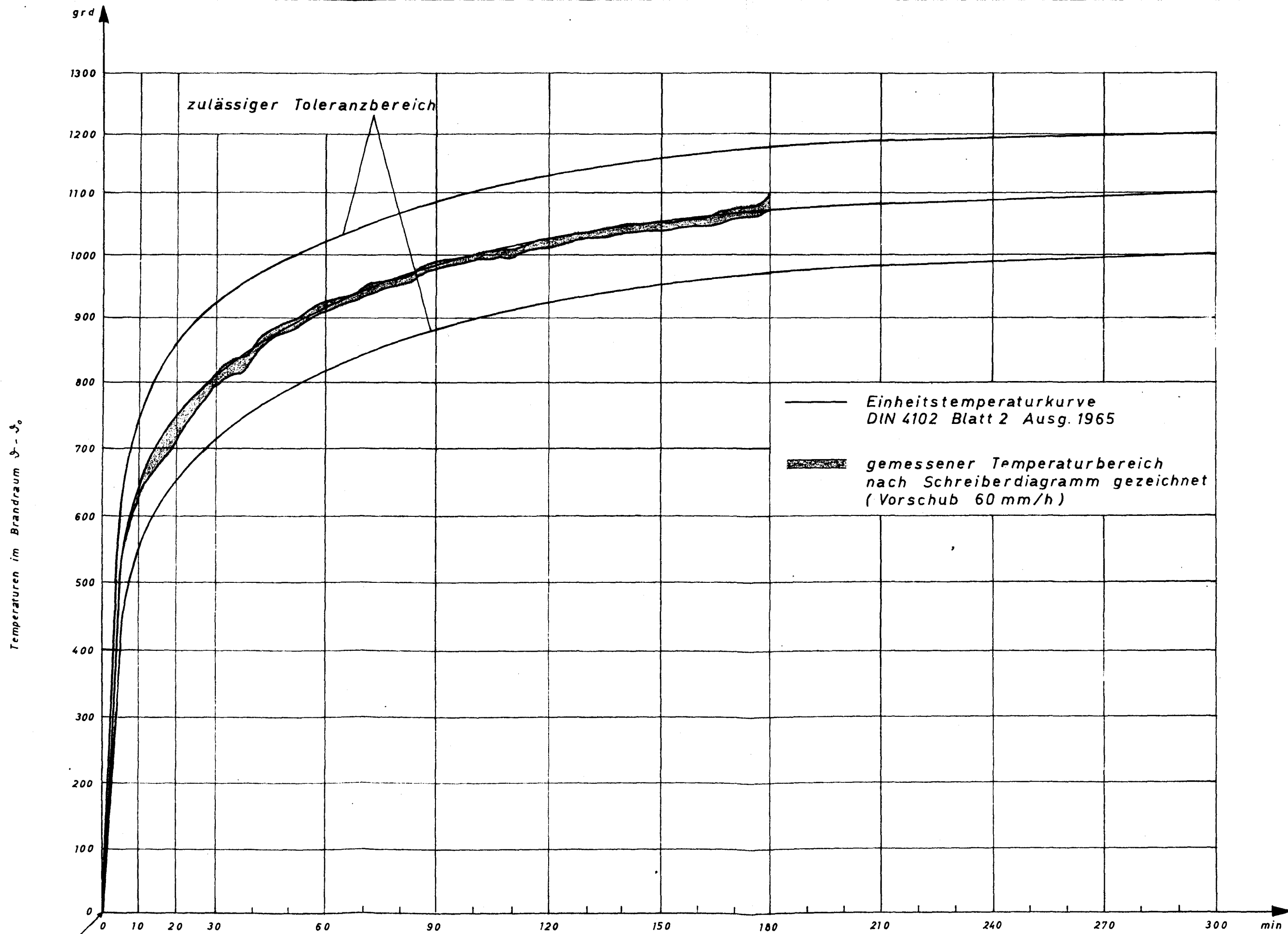


Temperaturen im Brandraum Versuchskörper F

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen

Anlage 3.05



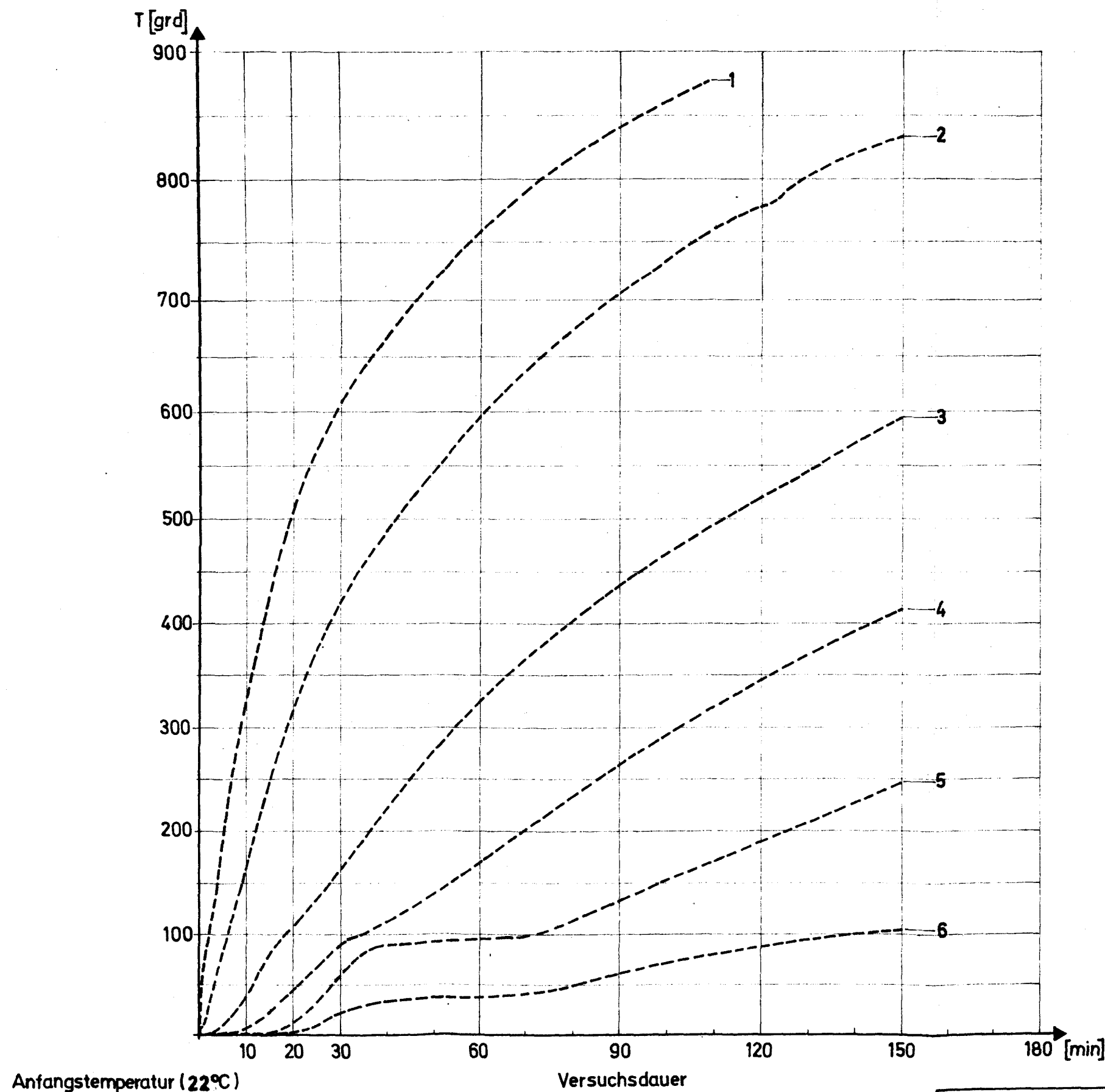


Ausgangstemperatur
bei Versuchsbeginn 22°C

Temperaturen im Brandraum
Versuchskörper H

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen

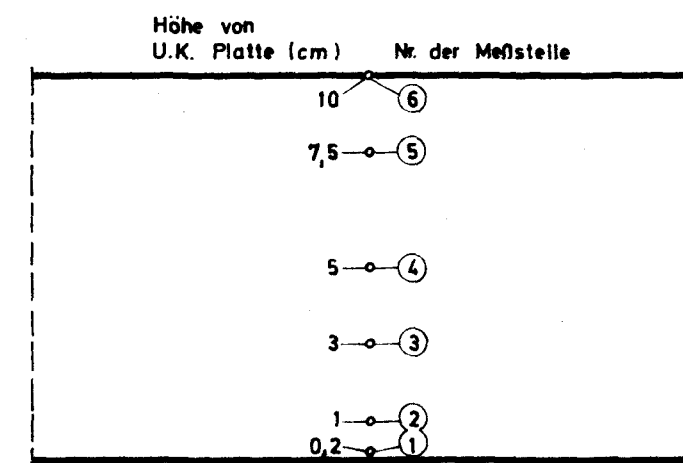
Anlage 3.07



Anfangstemperatur (22°C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers ≈ 6 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähschiefer 0 - 15 mm
ohne Natursand

Betonrohichte : $1,7 \text{ t/m}^3$

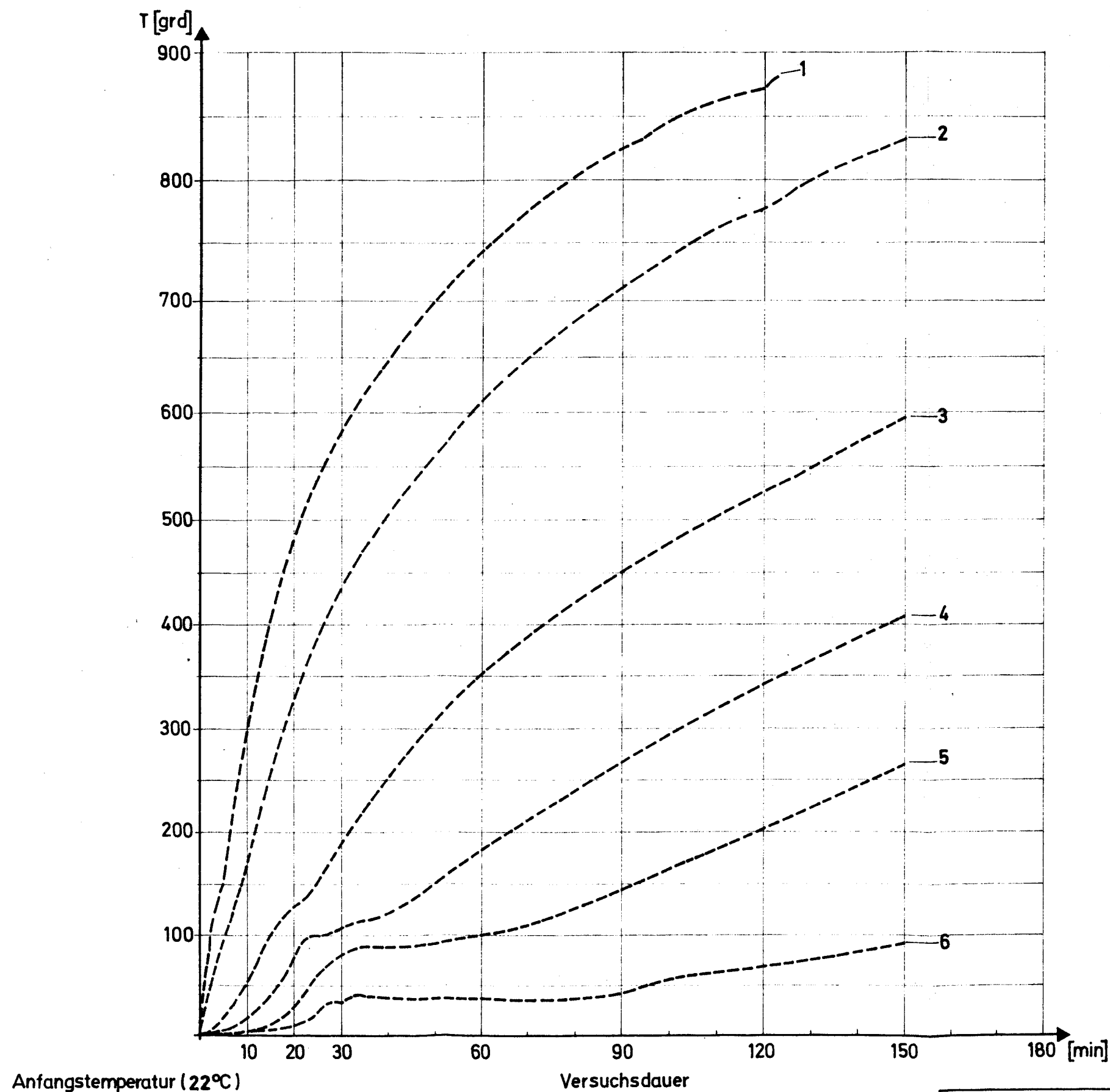
Temperaturverlauf im Querschnitt

Norlit 1.1

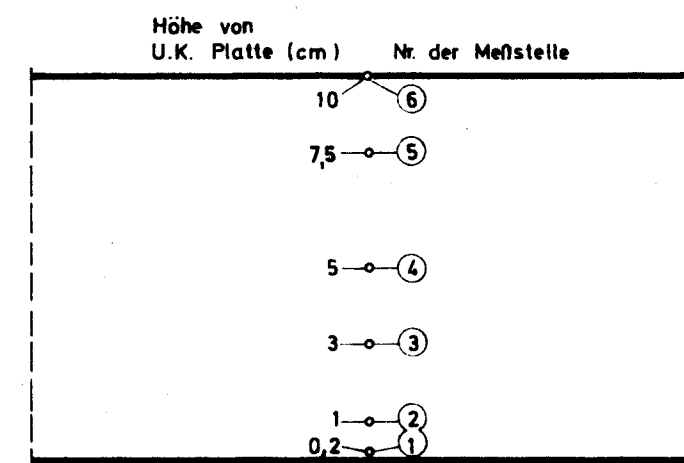
Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.01

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Universität Braunschweig
Lehrstuhl für Baustoffkunde und Stahlbetonbau



Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~6 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähschiefer 0 - 15 mm mit Natursand

Betonrohddichte : 1,8 t/m³

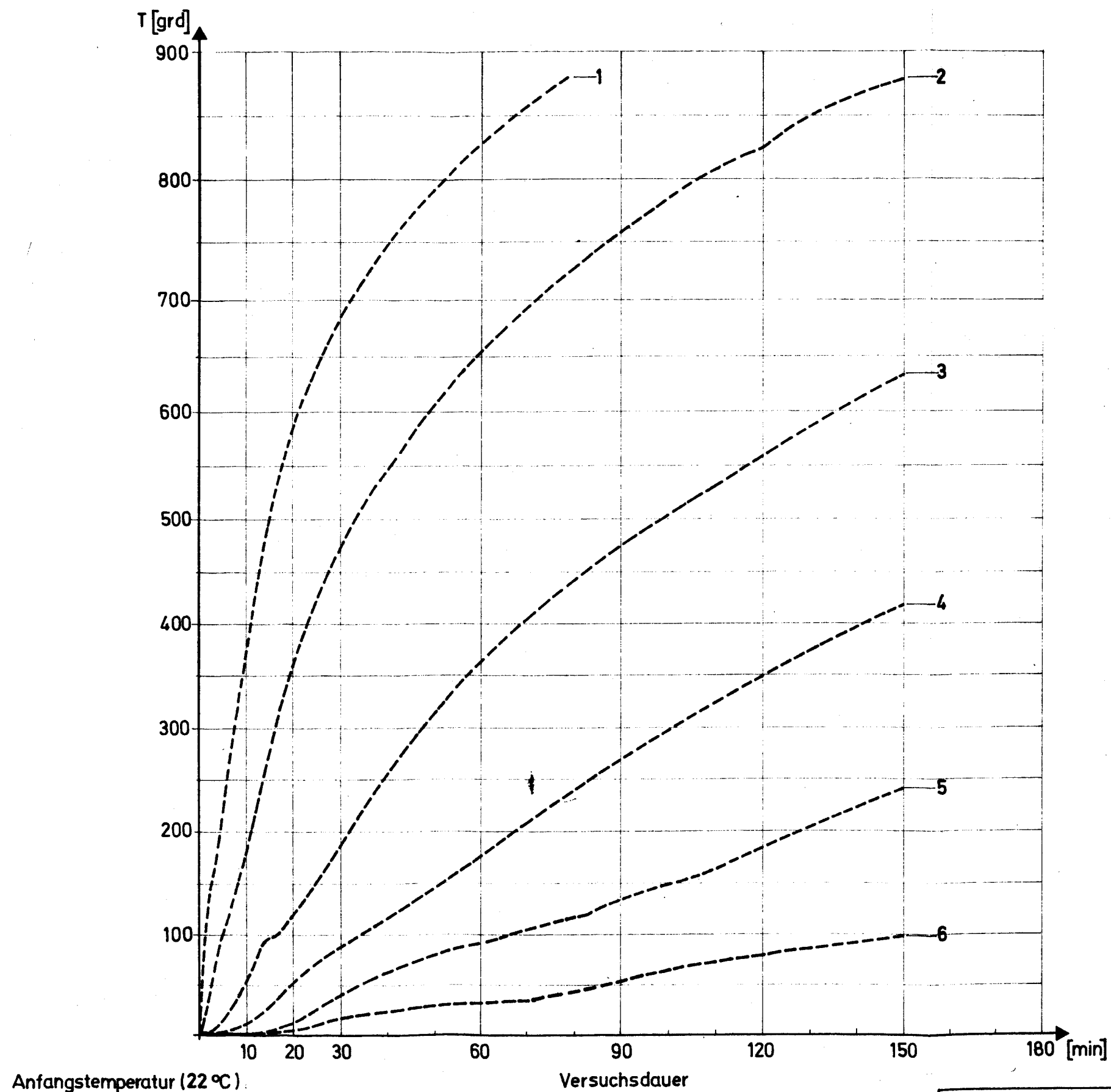
Temperaturverlauf im Querschnitt

Norlit 1.2

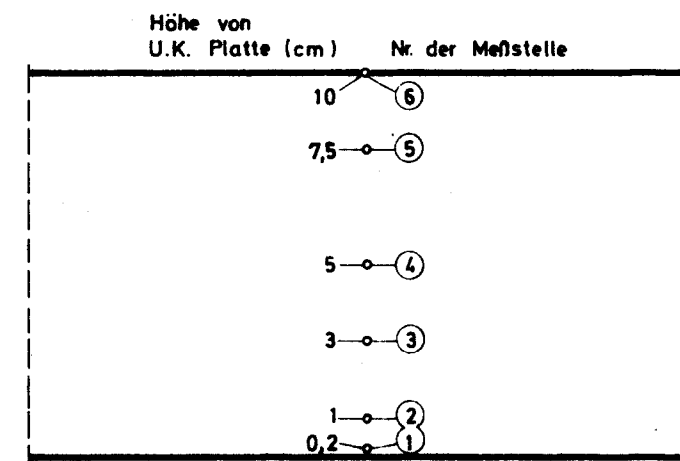
Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.02

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Universität Braunschweig
Amplitude-Platz, 38106 Braunschweig



Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~6 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähschiefer 0 - 25 mm
ohne Natursand

Betonrohddichte : 1,6 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

Norlit 1.3

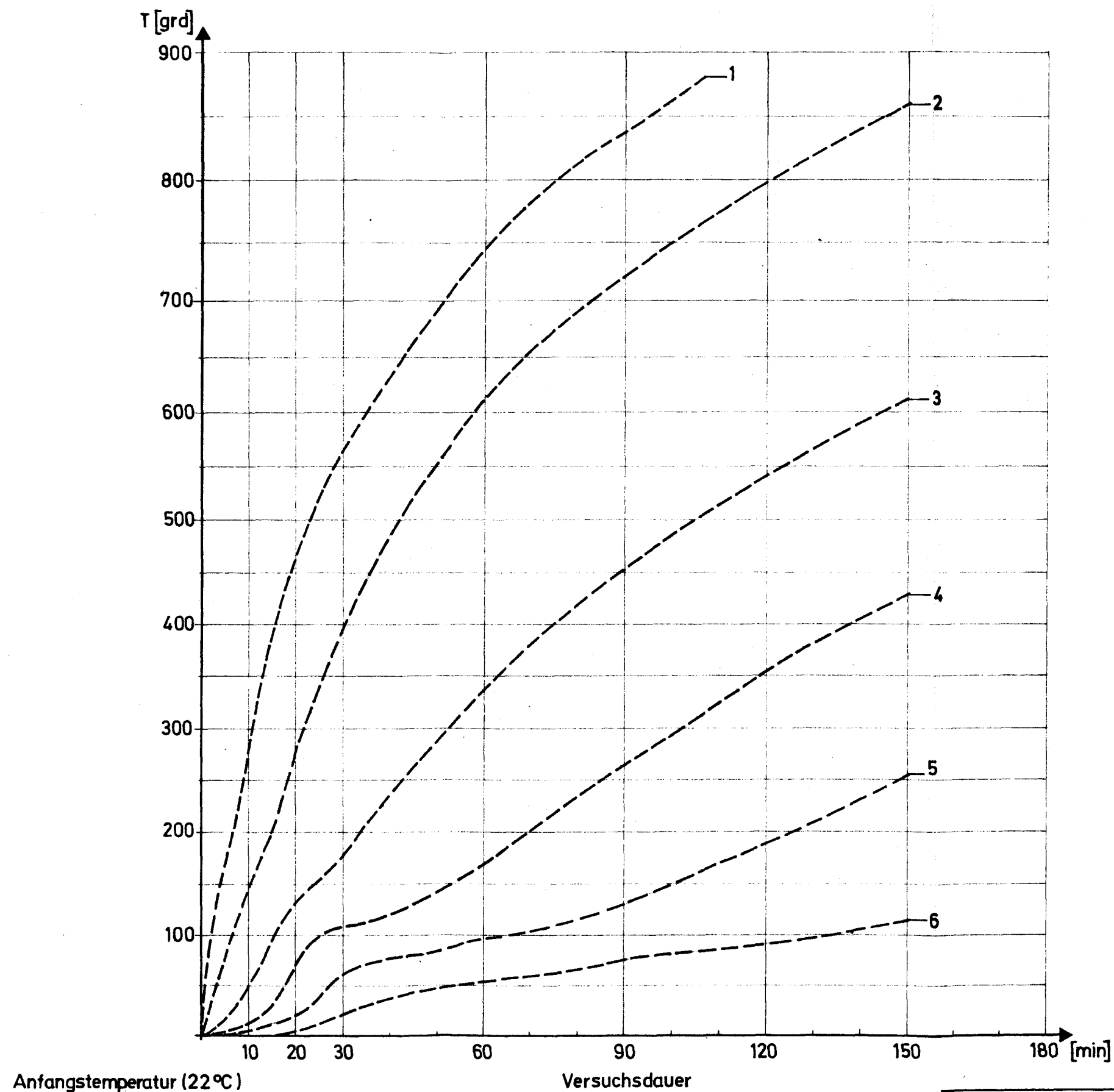
Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.03

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau

Lehrstuhl für Baustoffkunde und Stahlbetonbau

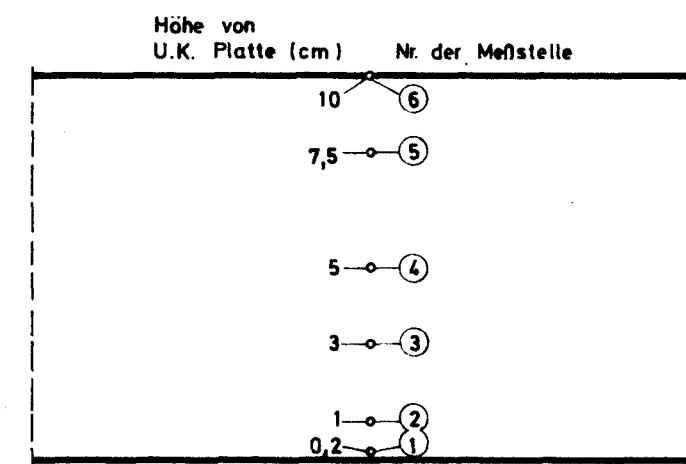
Lehrstuhl für Baustoffkunde und Stahlbetonbau



Anfangstemperatur (22 °C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers: ~6 Gew. %

Zuschlagstoffe: Blähschiefer 0-25 mm mit Natursand

Betonrohddichte: 1,7 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

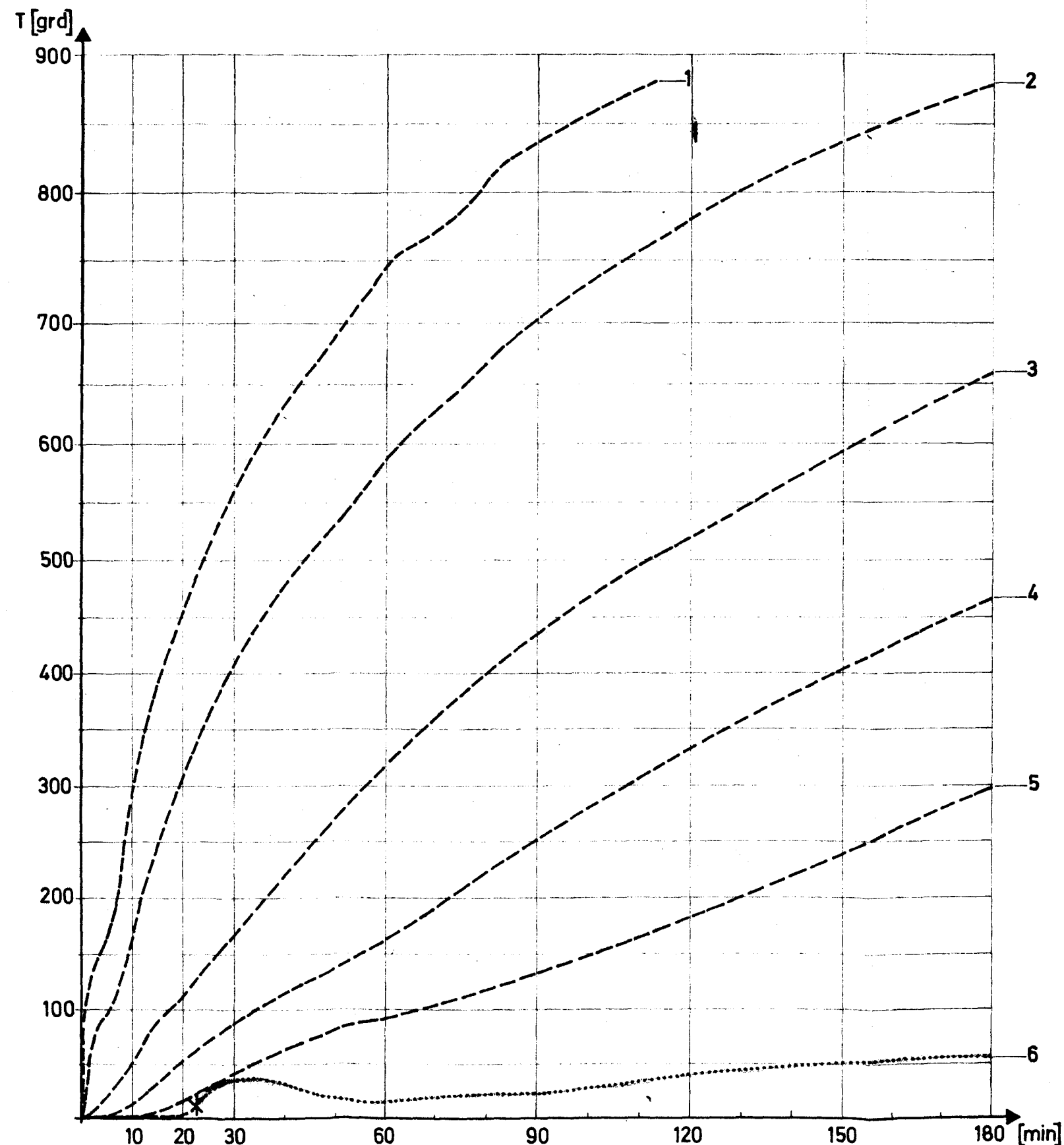
Norlit 1.4

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.04

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau

Prof. Dr.-Ing. habil. G. Plaut

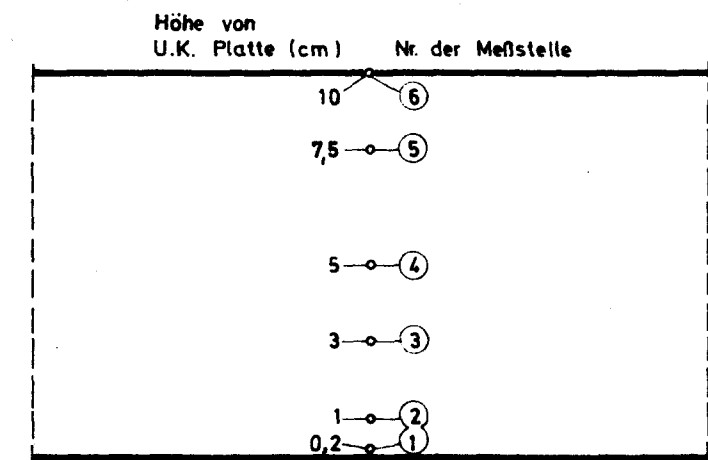


Anfangstemperatur (19°C)

Versuchsdauer

* Meßstelle 6 ausgefallen

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~5 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähschiefer 0-15 mm
ohne Natursand

Betonrohddichte : 1,7 t/m³

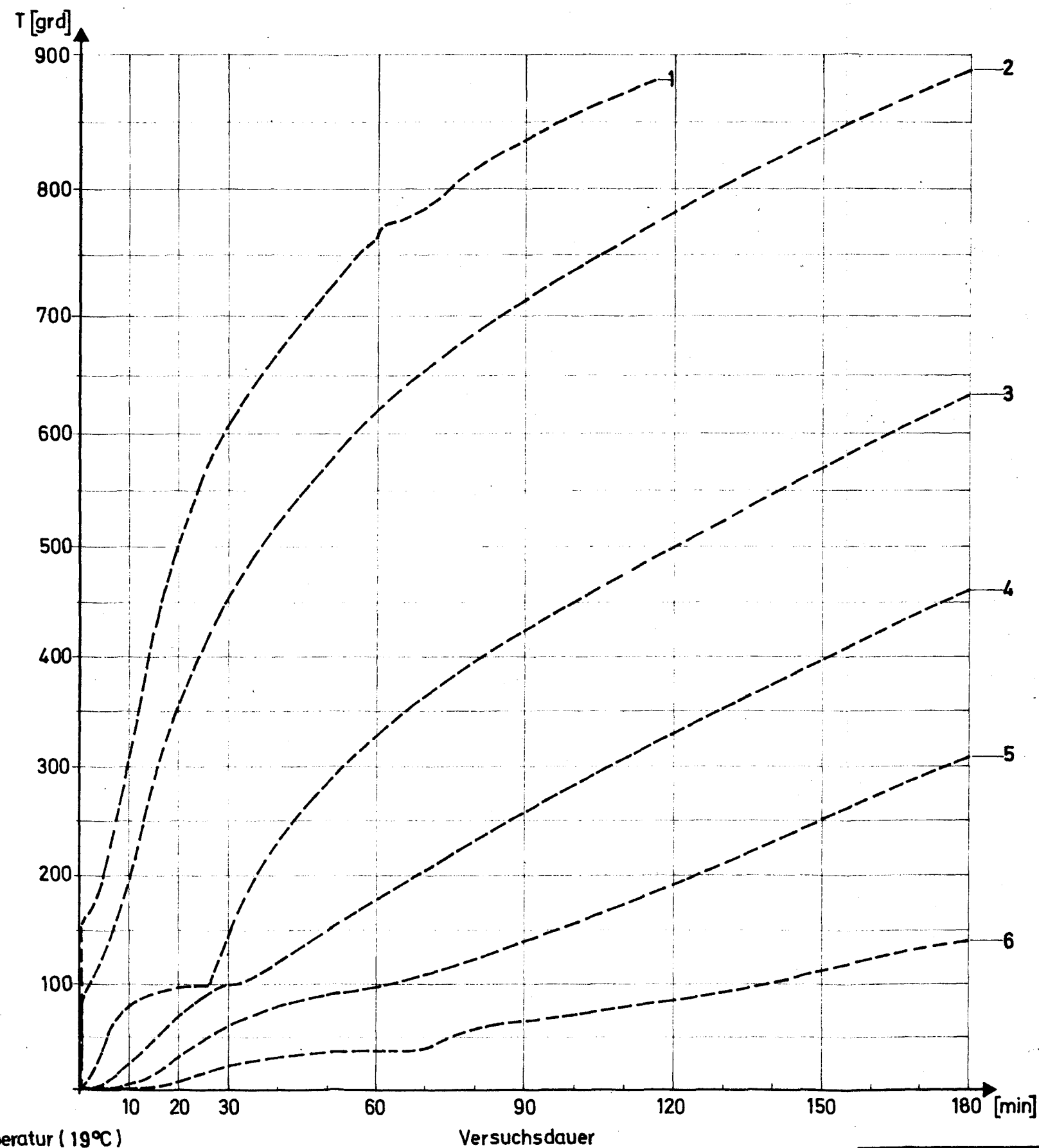
Temperaturverlauf im Querschnitt

Norlit 1.1

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.05

Institut für Baustoffe und Bautechnik



Anfangstemperatur (19°C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt

Höhe von U.K. Platte (cm)	Nr. der Meßstelle
10	6
7,5	5
5	4
3	3
1	2
0,2	1

Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers ~ 5 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähschiefer 0-15 mm mit Natursand

Betonrohddichte : $1,8 \text{ t/m}^3$

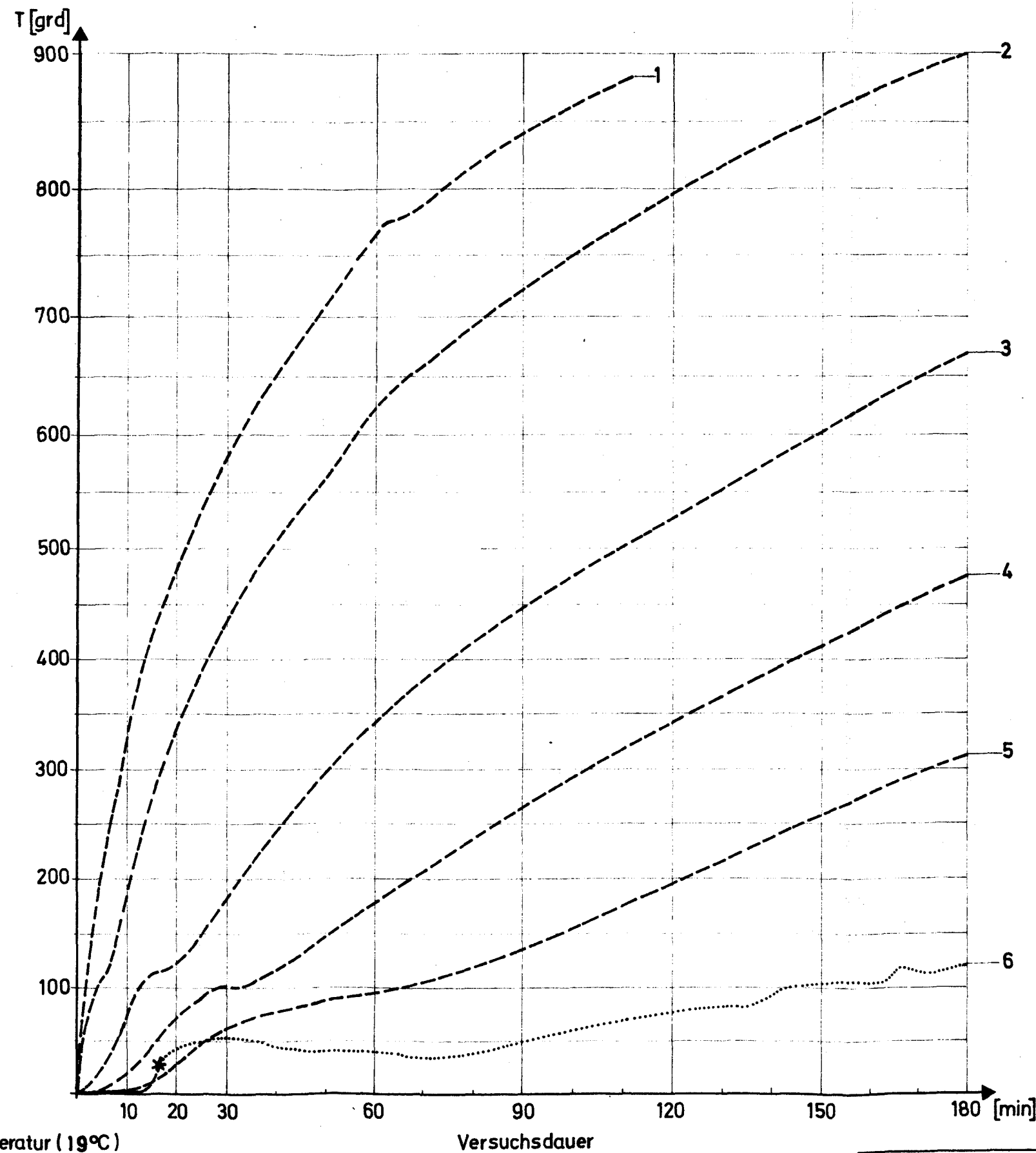
Temperaturverlauf im Querschnitt

Norlit 1.2

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.06

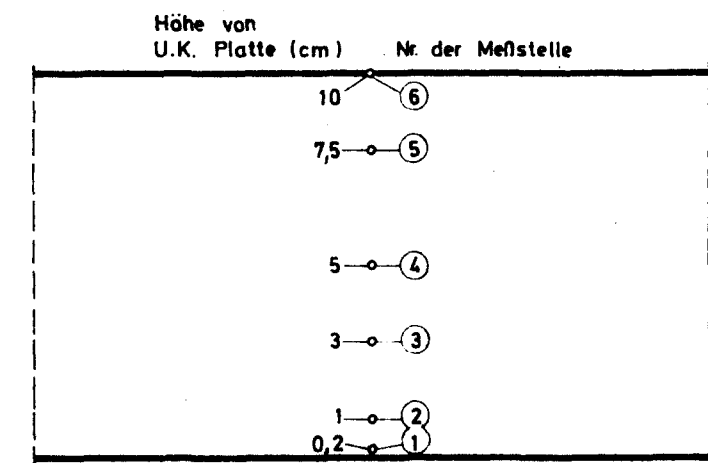
Institut für Baustoffe und Stahlbetonbau



Anfangstemperatur (19°C)

* Meßstelle 6 ausgefallen

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~5 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähschiefer 0-25 mm mit Natursand

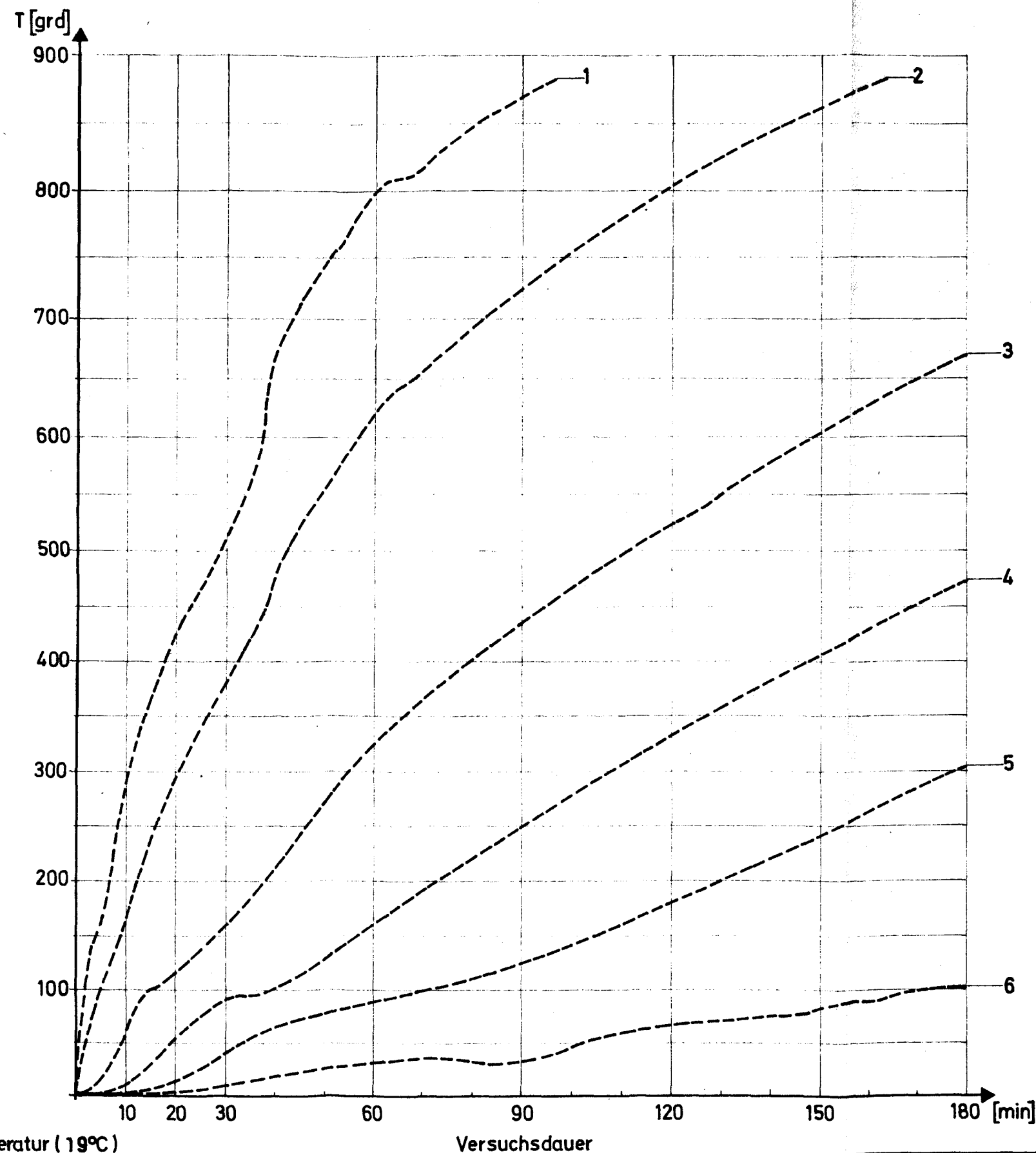
Betonrohddichte : 1,6 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

Norlit 1.3

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

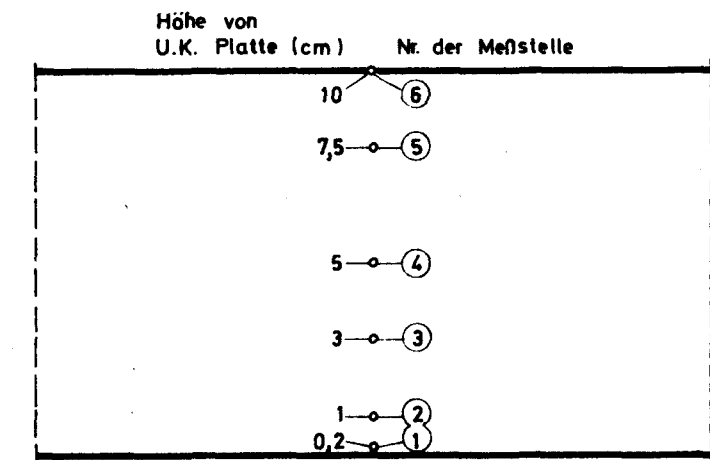
Anlage 4.07



Anfangstemperatur (19°C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~5 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähschiefer 0 – 25 mm
ohne Natursand

Betonrohddichte : 1,7 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

Norlit 1.4

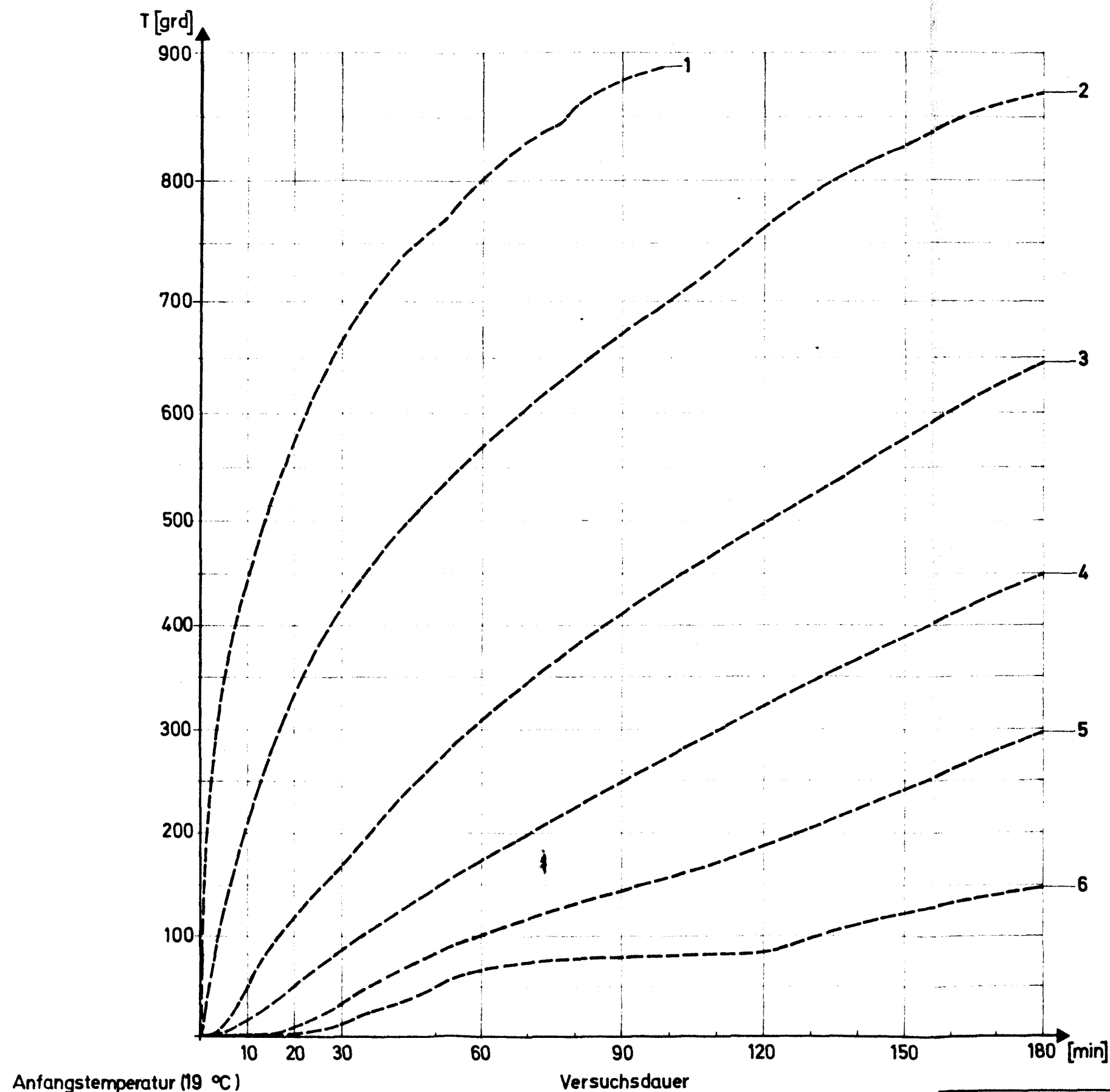
Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.08

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau

Lehrstuhl für Baustoffkunde

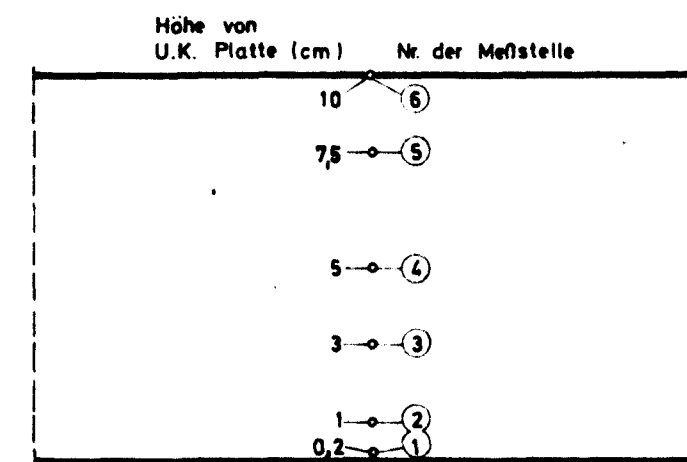
Prof. Dr. habil. Dr. rer. oec. habil. Dr. rer. oec. habil. Dr. rer. oec. habil.



Anfangstemperatur (19 °C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~3 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähschiefer 0-15 mm
ohne Natursand

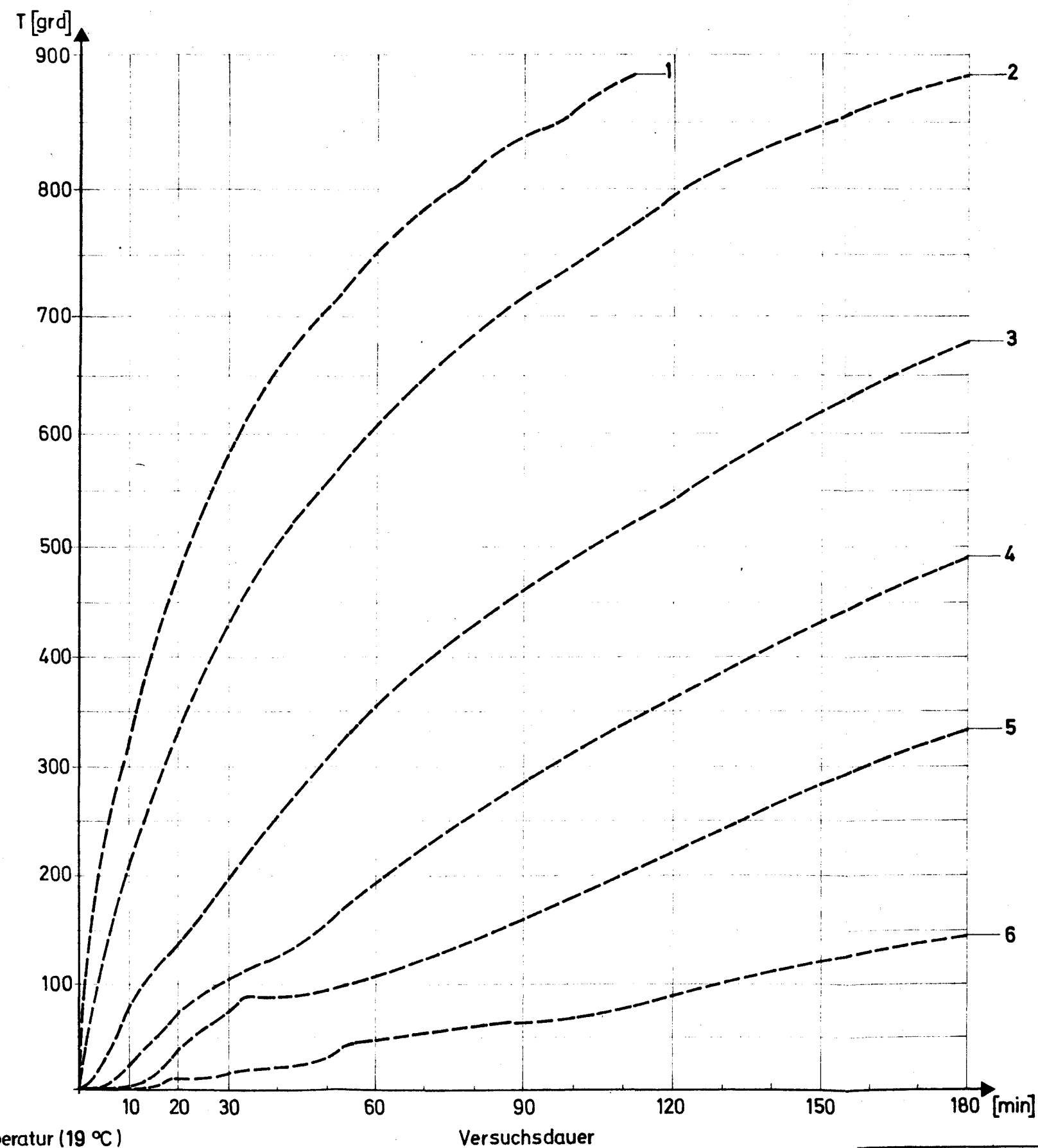
Betonrohddichte : 1,7 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

Norlit 1.1

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

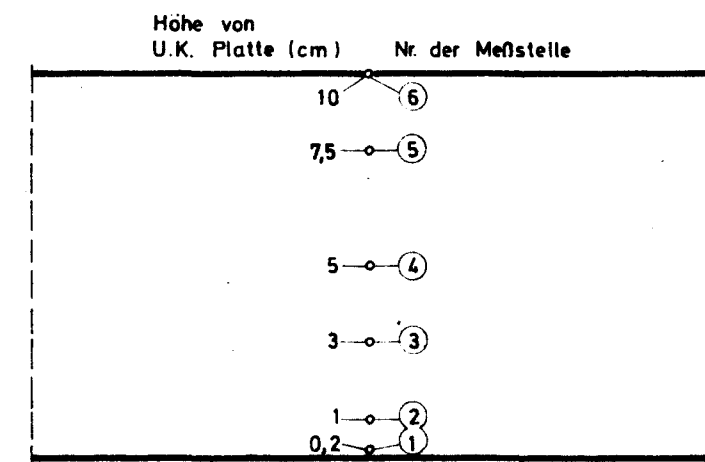
Anlage 4.09



Anfangstemperatur (19 °C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~4 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähschiefer 0-15 mm
mit Natursand

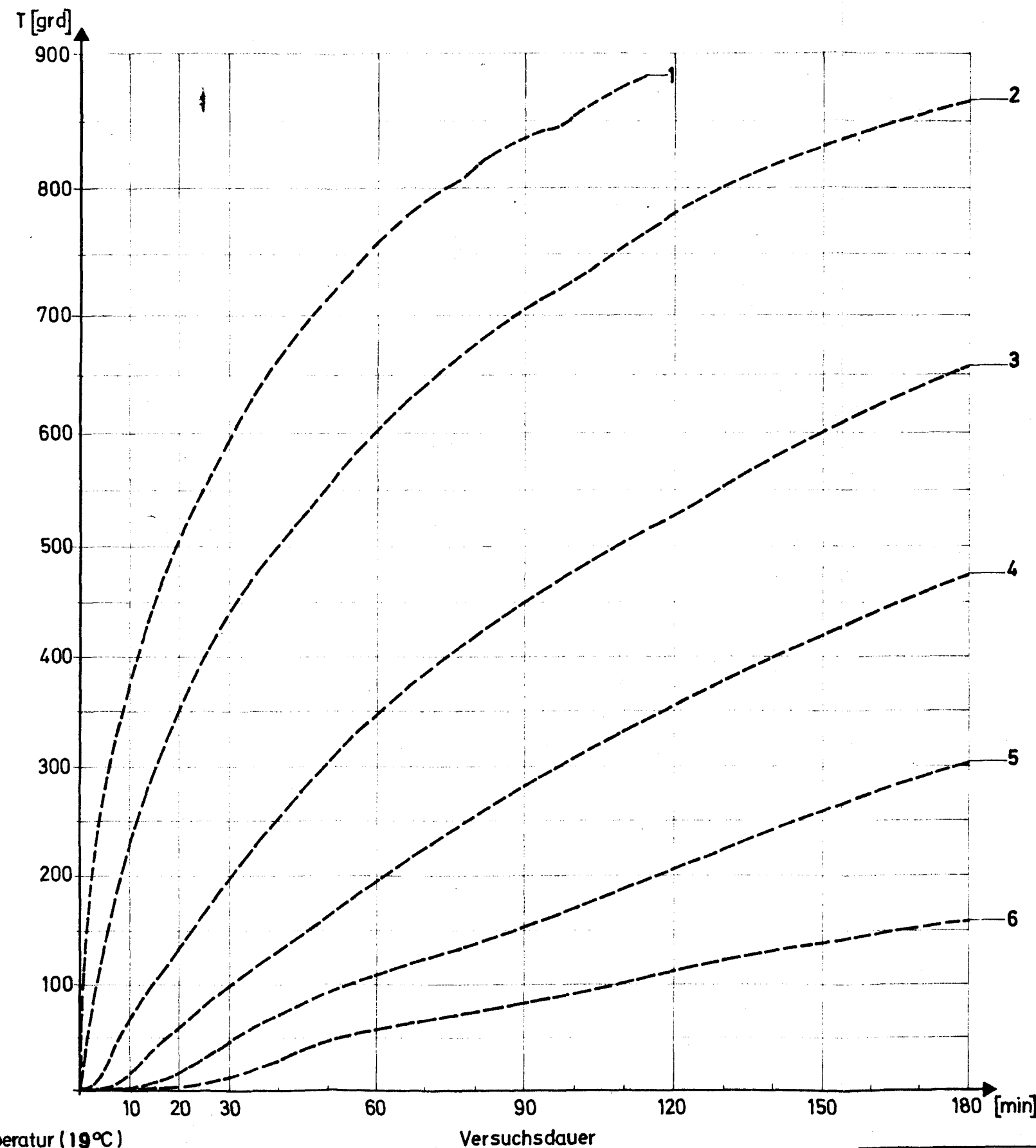
Betonrohichte : 1,8 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

Norlit 1.2

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

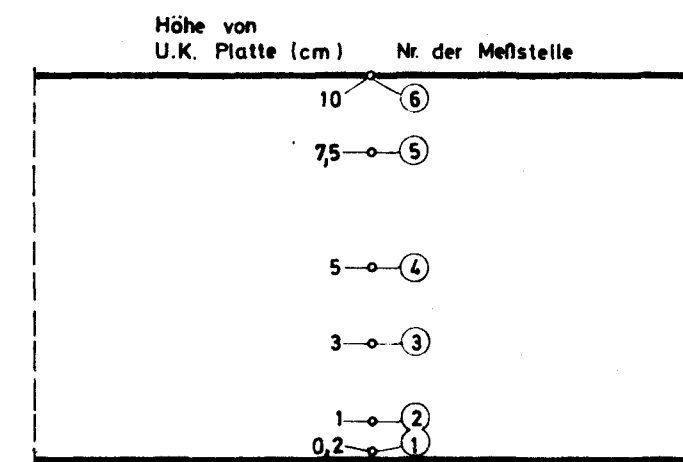
Anlage 4.10



Anfangstemperatur (19°C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~3 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähschiefer 0-25 mm
ohne Natursand

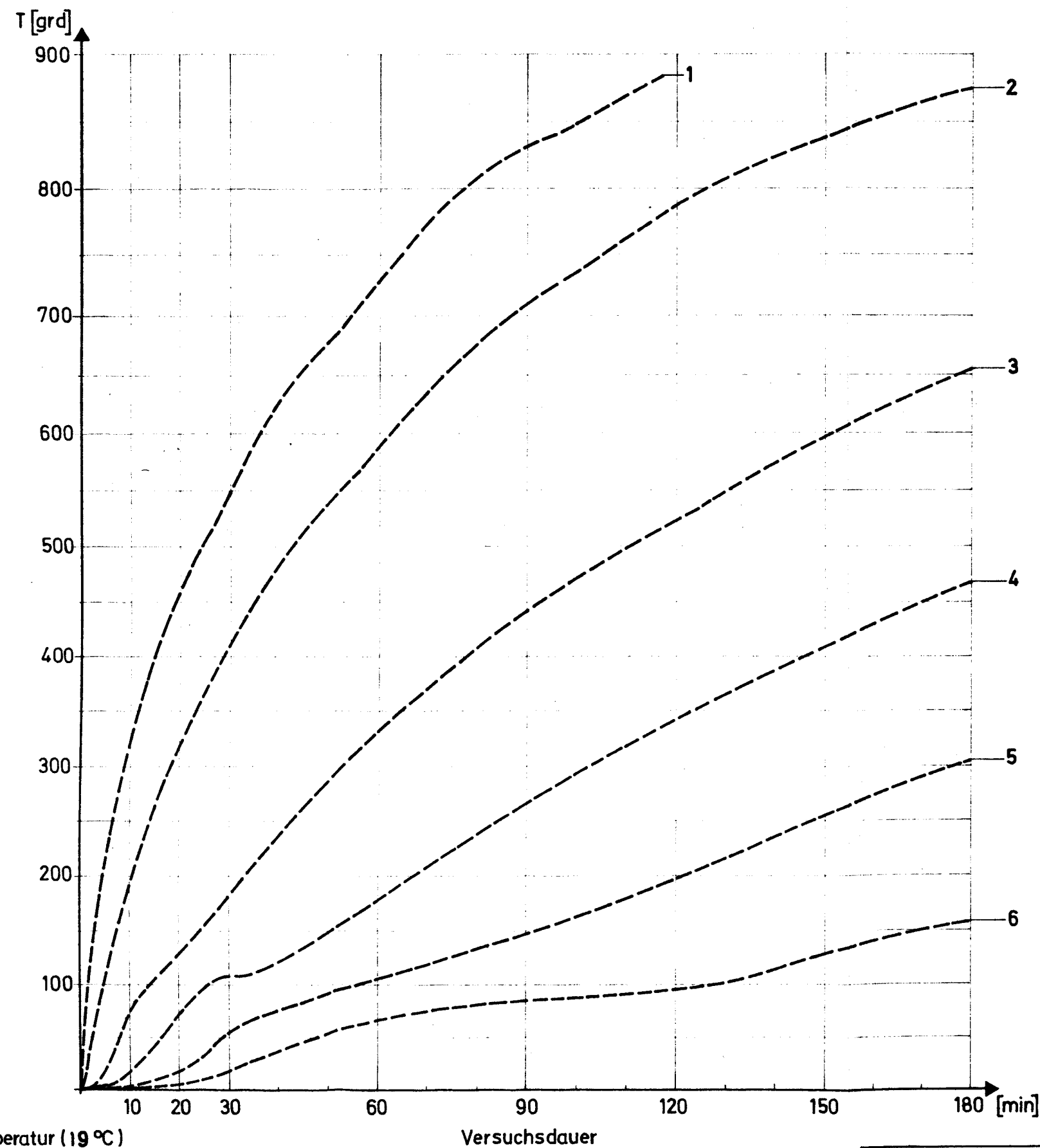
Betonrohddichte : 1,6 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

Norlit 1. 3

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

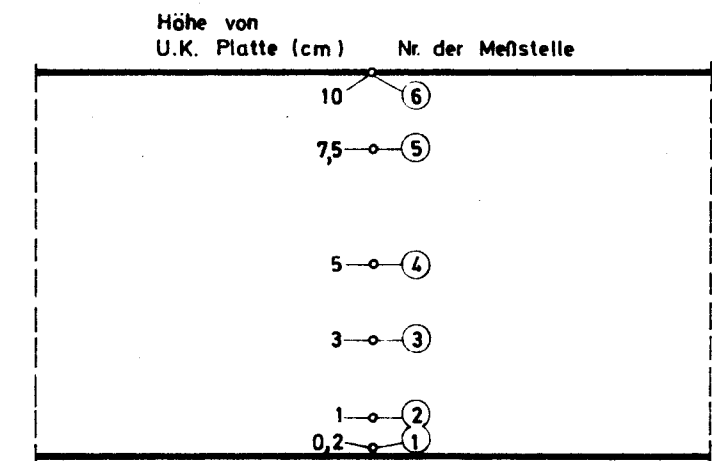
Anlage 4.11



Anfangstemperatur (19 °C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~3 Gew.-%

Zuschlagstoffe : Blähschiefer 0-25 mm mit Natursand

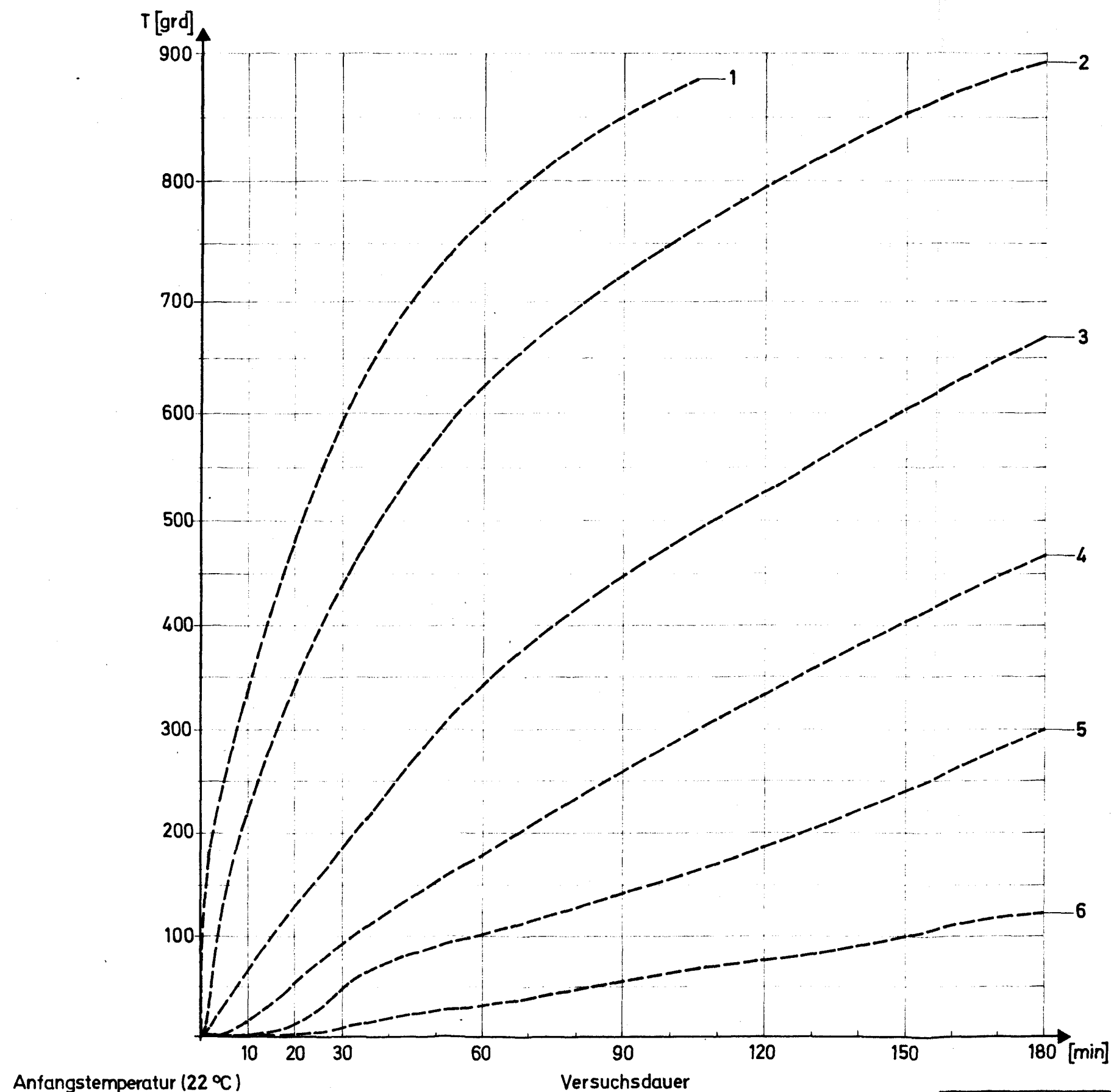
Betonrohddichte : 1,7 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

Norlit 1.4

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

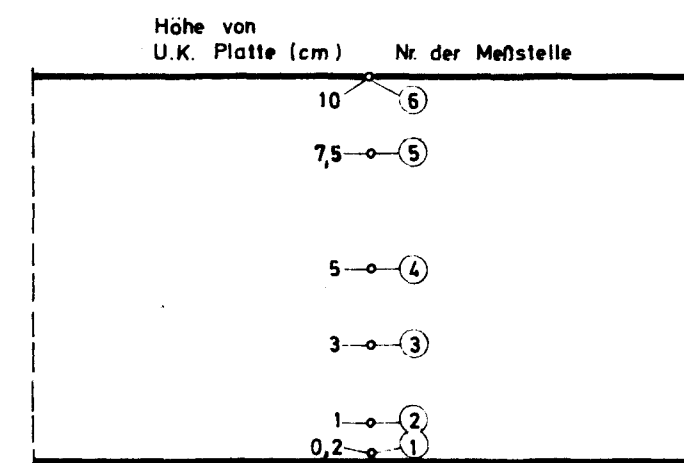
Anlage 4.12



Anfangstemperatur (22 °C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des
Prüfkörpers : ~1 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähschiefer 0-15 mm
ohne Natursand

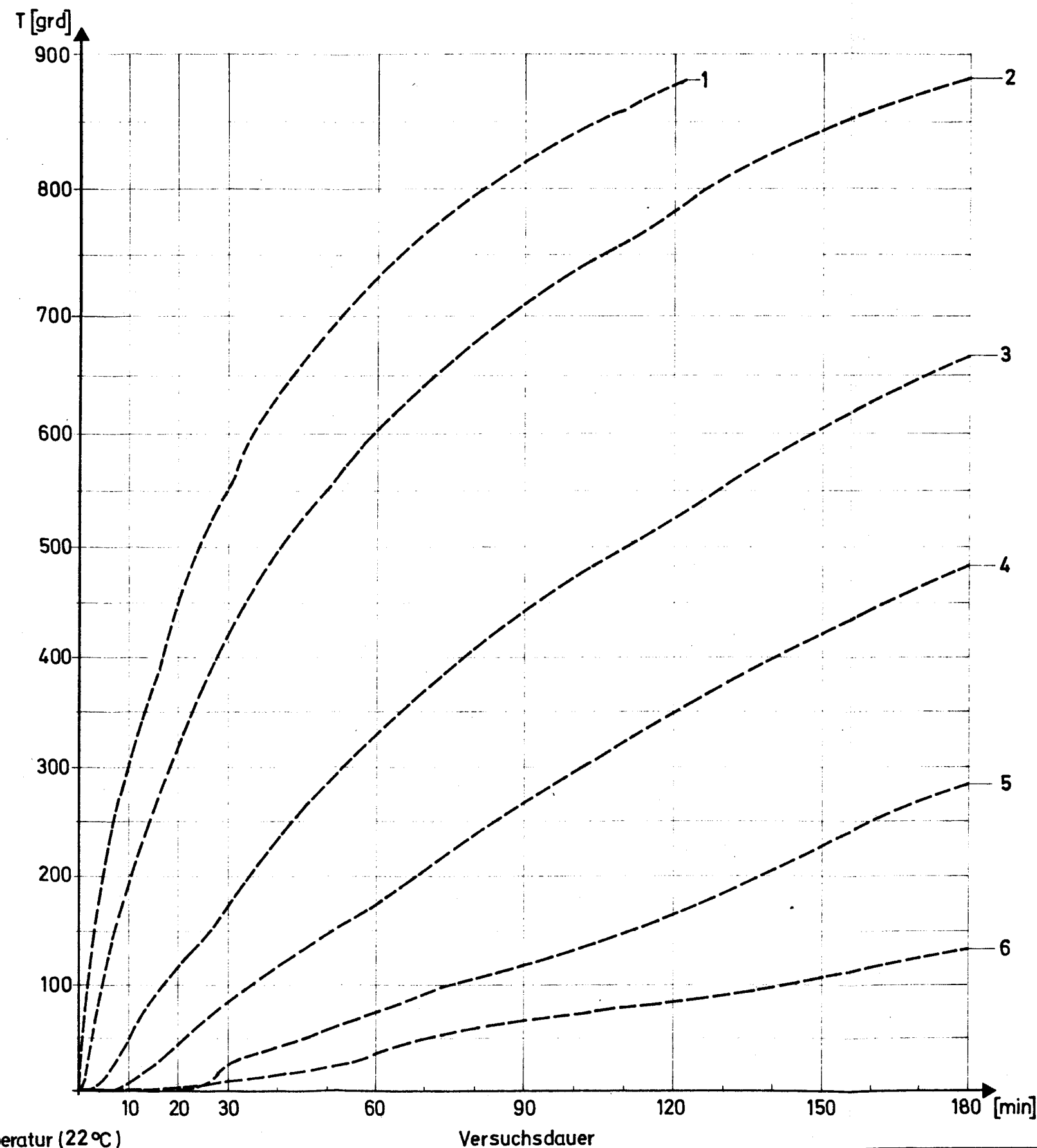
Betonrohddichte : 1,7 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

Norlit 1.1

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

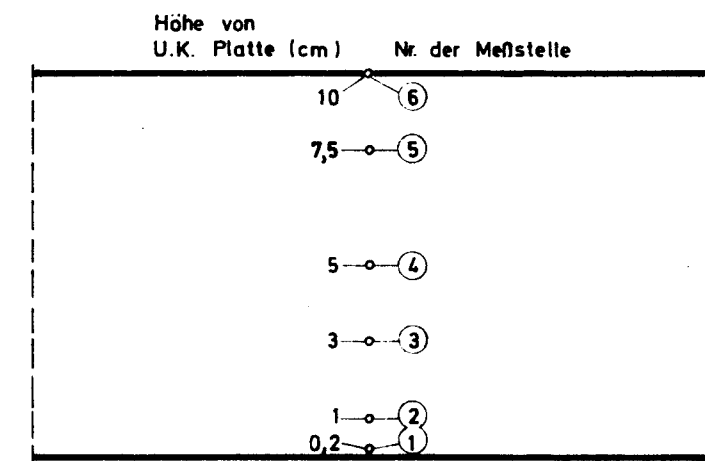
Anlage 4.13



Anfangstemperatur (22 °C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~1 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähschiefer 0 - 15 mm mit Natursand

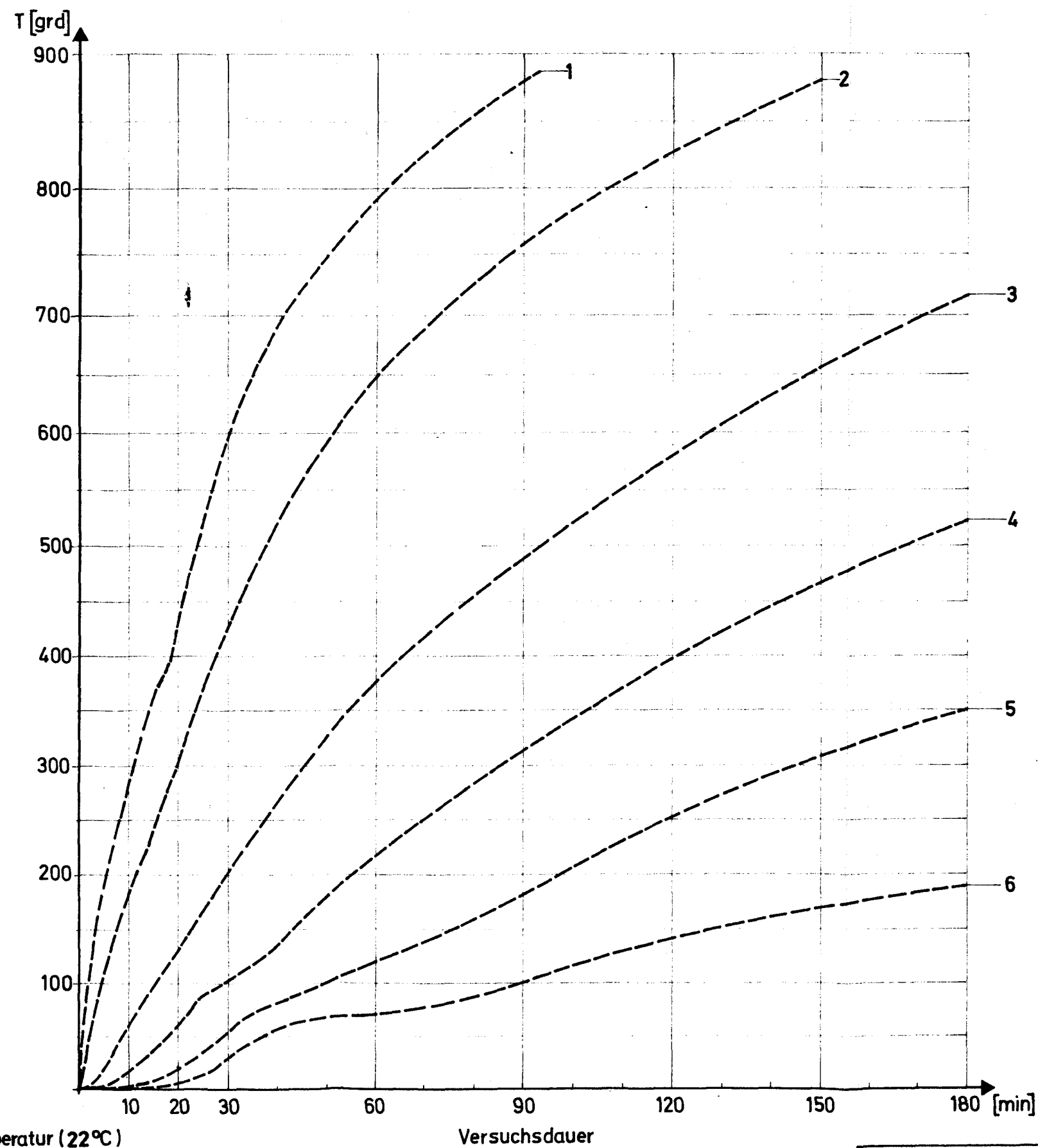
Betonrohddichte : 1,8 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

Norlit 1.2

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

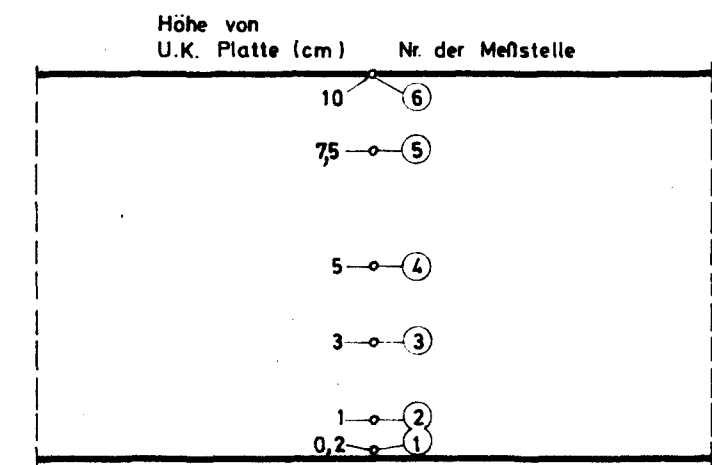
Anlage 4.14



Anfangstemperatur (22°C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des
Prüfkörpers ~1 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähschiefer 0 - 25 mm
ohne Natursand

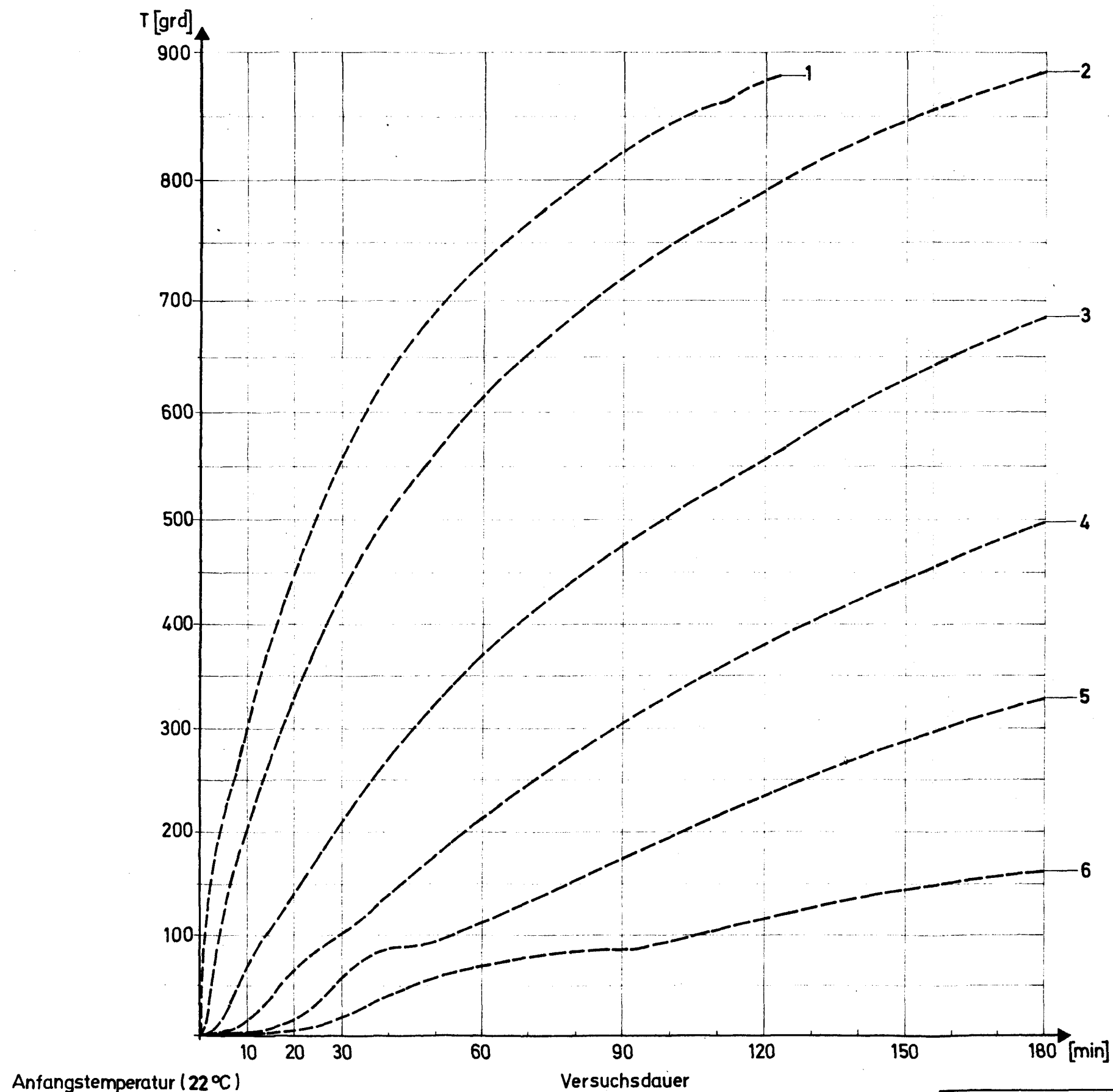
Betonrohddichte : 1,6 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

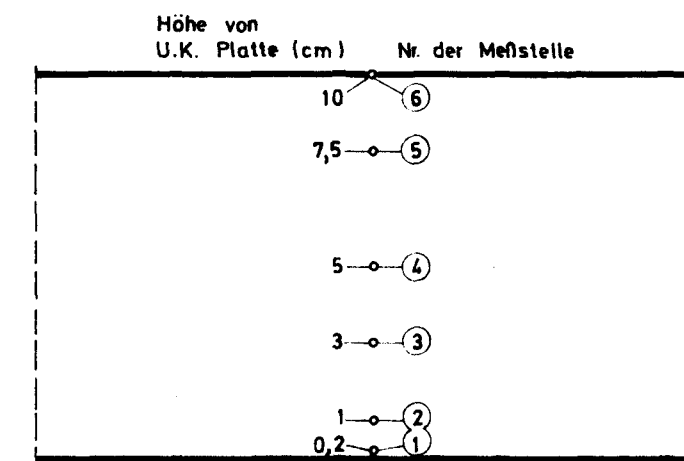
Nolit 1.3

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.15



Lage der Meßstellen im Querschnitt

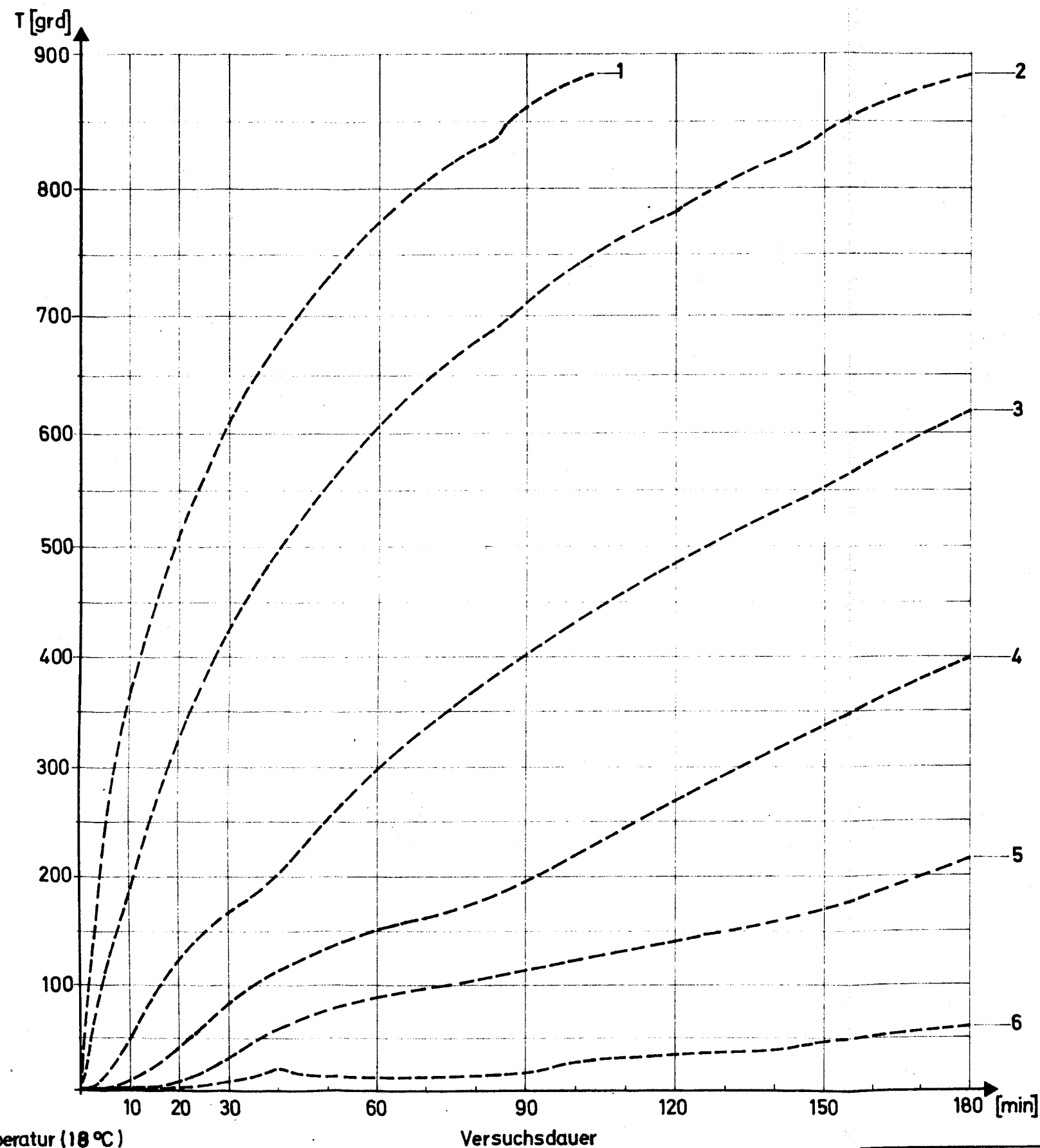


Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~1 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähschiefer 0-25 mm mit Natursand

Betonrohddichte : 1,7 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt	Norlit 1.4
Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung	Anlage 4.16
Institut für Stahlbau der Universität Stuttgart	



Anfangstemperatur (18 °C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt

Höhe von U.K. Platte (cm)	Nr. der Meßstelle
10	6
7,5	5
5	4
3	3
1	2
0,2	1

Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~6 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähton 0-12 mm
ohne Natursand

Betonrohddichte : 1,6 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

deteon 2.1

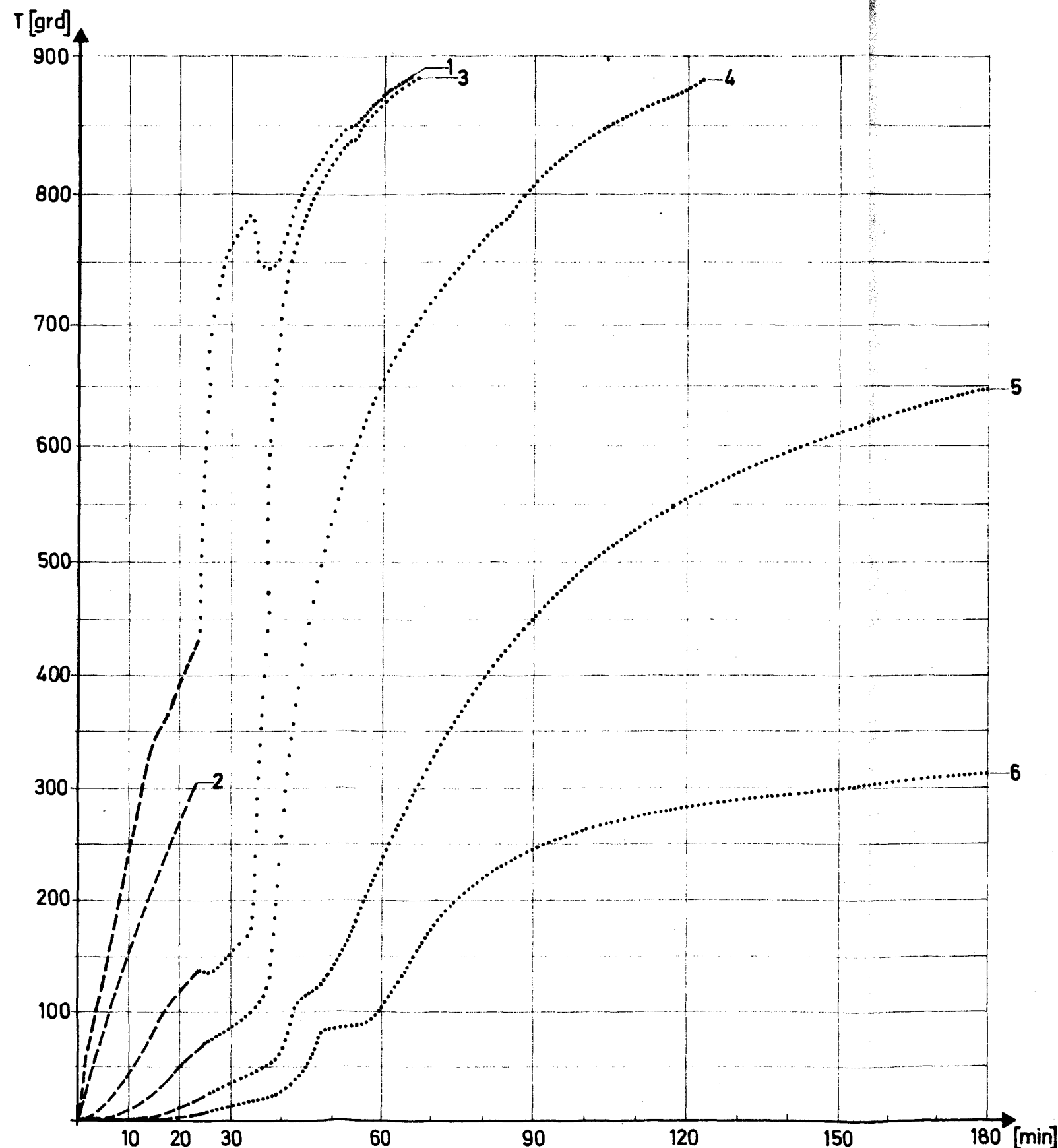
Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.17

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau

Technische Universität Braunschweig

Lehrstuhl für Baustoffkunde und Stahlbetonbau

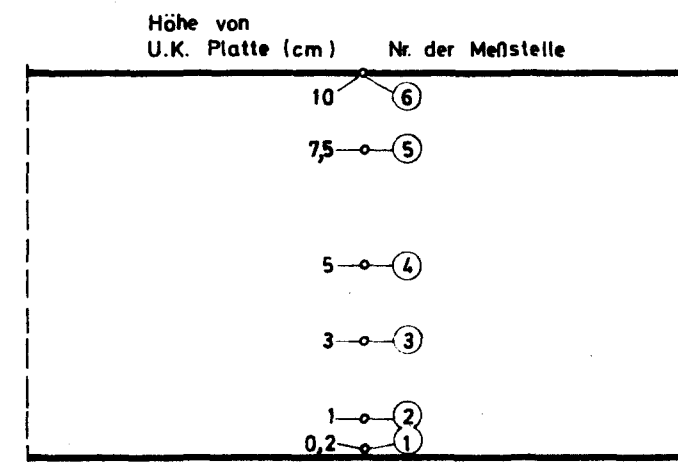


Anfangstemperatur (18 °C)

Versuchsdauer

Prüfkörper durch Abplatzungen zerstört

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des
Prüfkörpers : ~ 6 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähton 0-12 mm
mit Natursand

Betonrohddichte : 1,7 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

detoon 2. 2

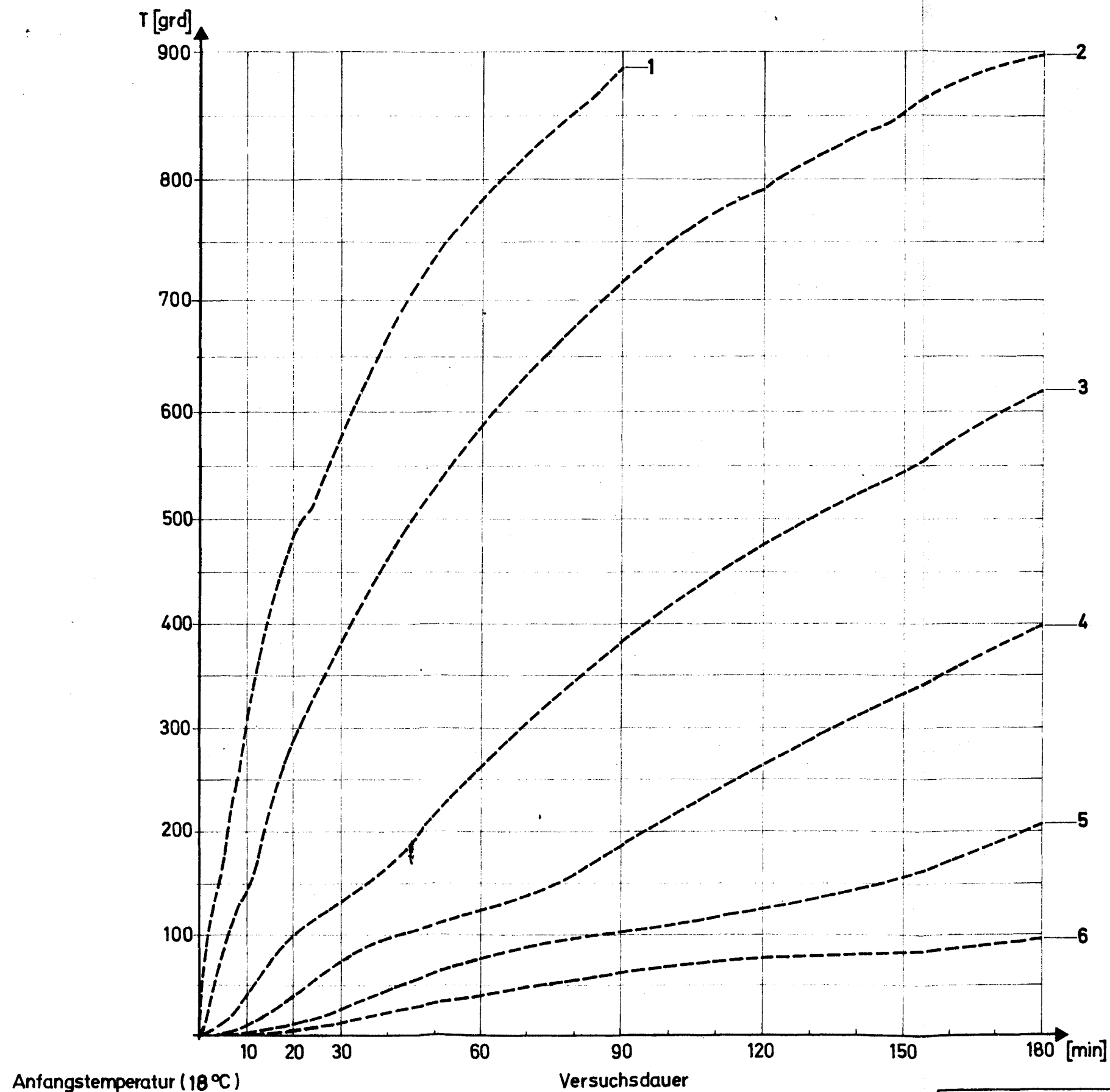
Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.18

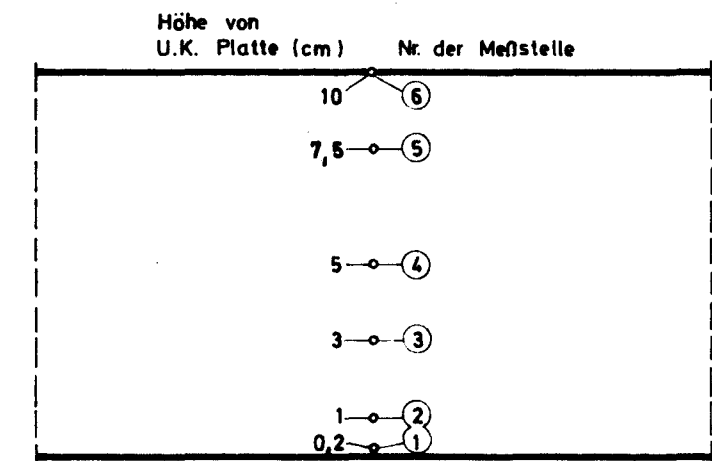
Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau

Technische Universität Berlin

Amplitude Platz für die Beschriftung



Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~6 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähton 0-15 mm
ohne Natursand

Betonrohddichte : $1,3^5 \text{ t/m}^3$

Anfangstemperatur (18 °C)

Versuchsdauer

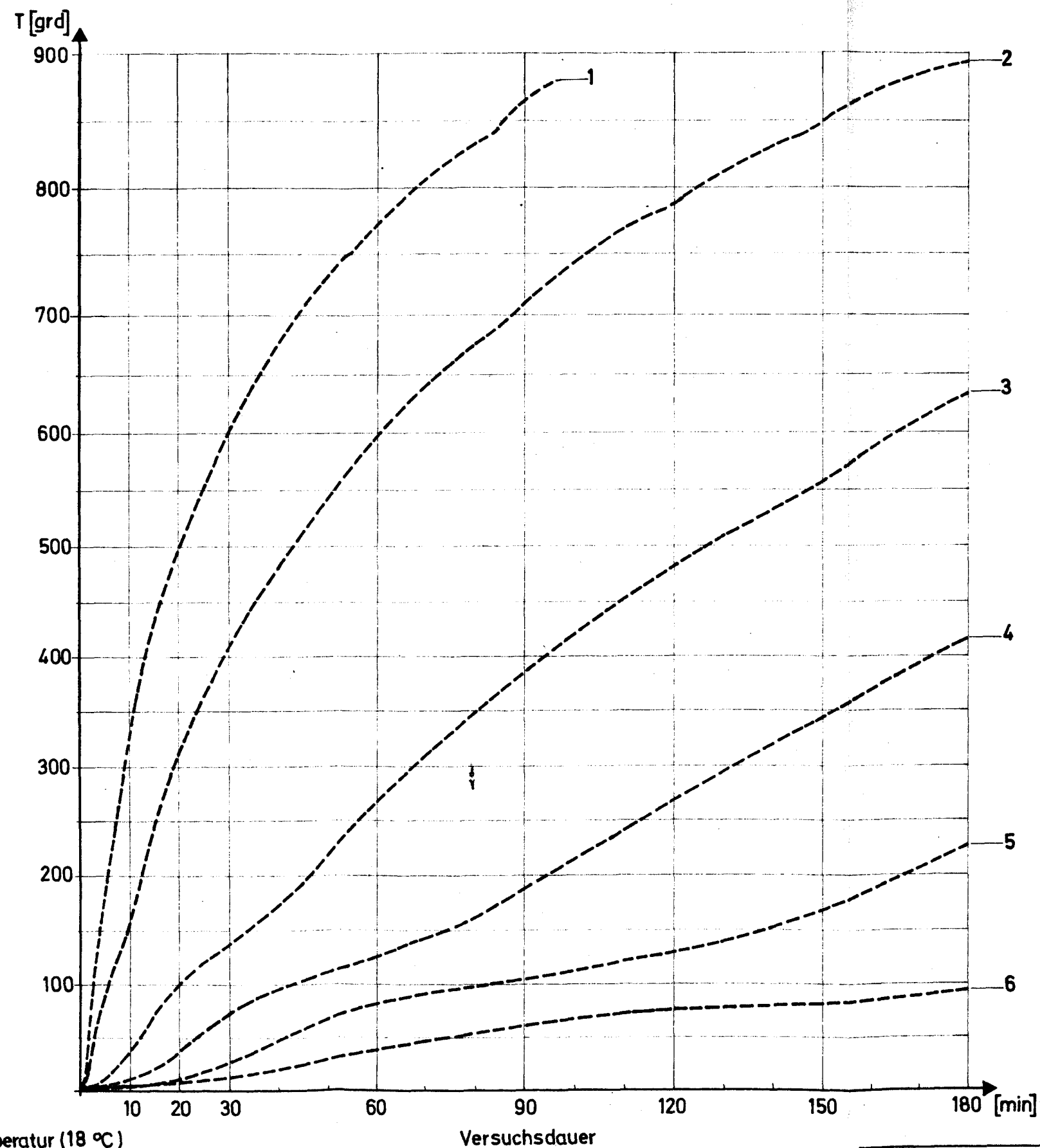
Temperaturverlauf im Querschnitt

Leca 3.1

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.19

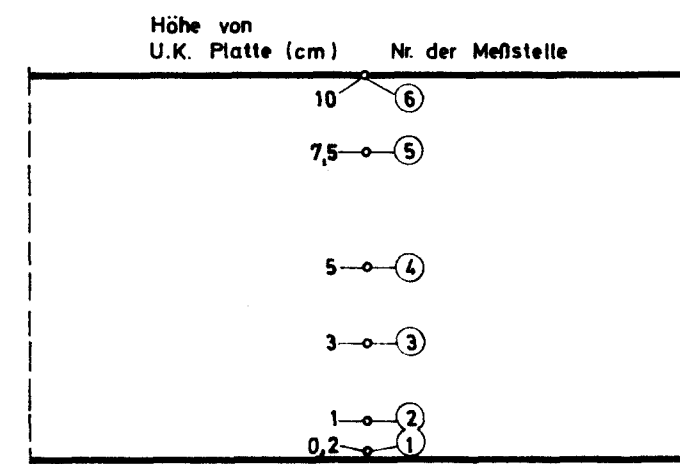
Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Universität Braunschweig
Amliche Plattenversuchsanlage für das Brandausgang



Anfangstemperatur (18 °C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~6 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähton 0-15 mm
ohne Natursand

Betonrohddichte : 1,3 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

Leca 3.2

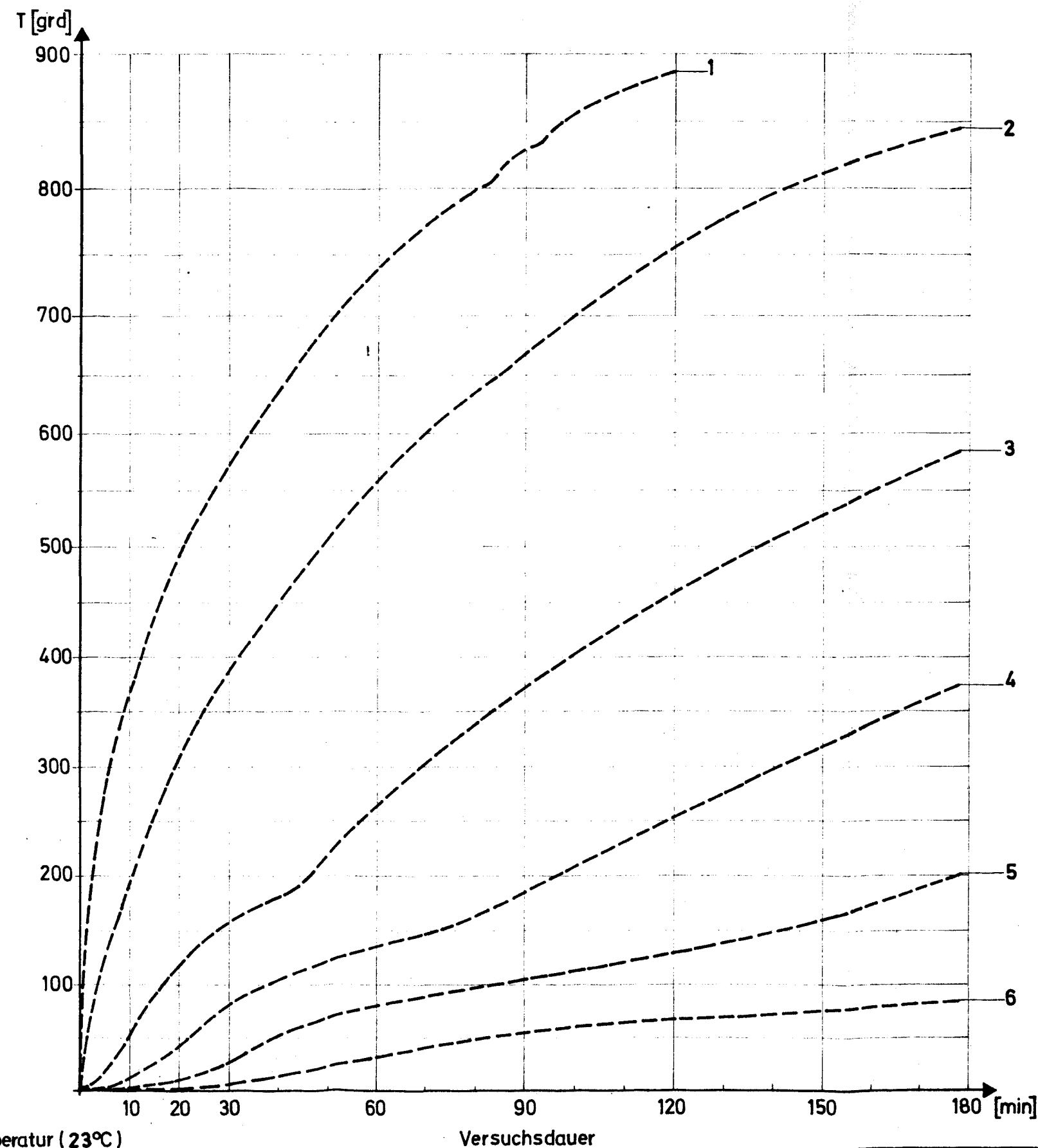
Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.20

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau

Lehrstuhl für Baustoffkunde

Prof. Dr.-Ing. habil. G. F. Meyer



Anfangstemperatur (23°C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt

Höhe von U.K. Platte (cm)	Nr. der Meßstelle
10	6
7,5	5
5	4
3	3
1	2
0,2	1

Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~4 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähton 0-12 mm ohne Natursand

Betonrohddichte : 1,6 t/m³

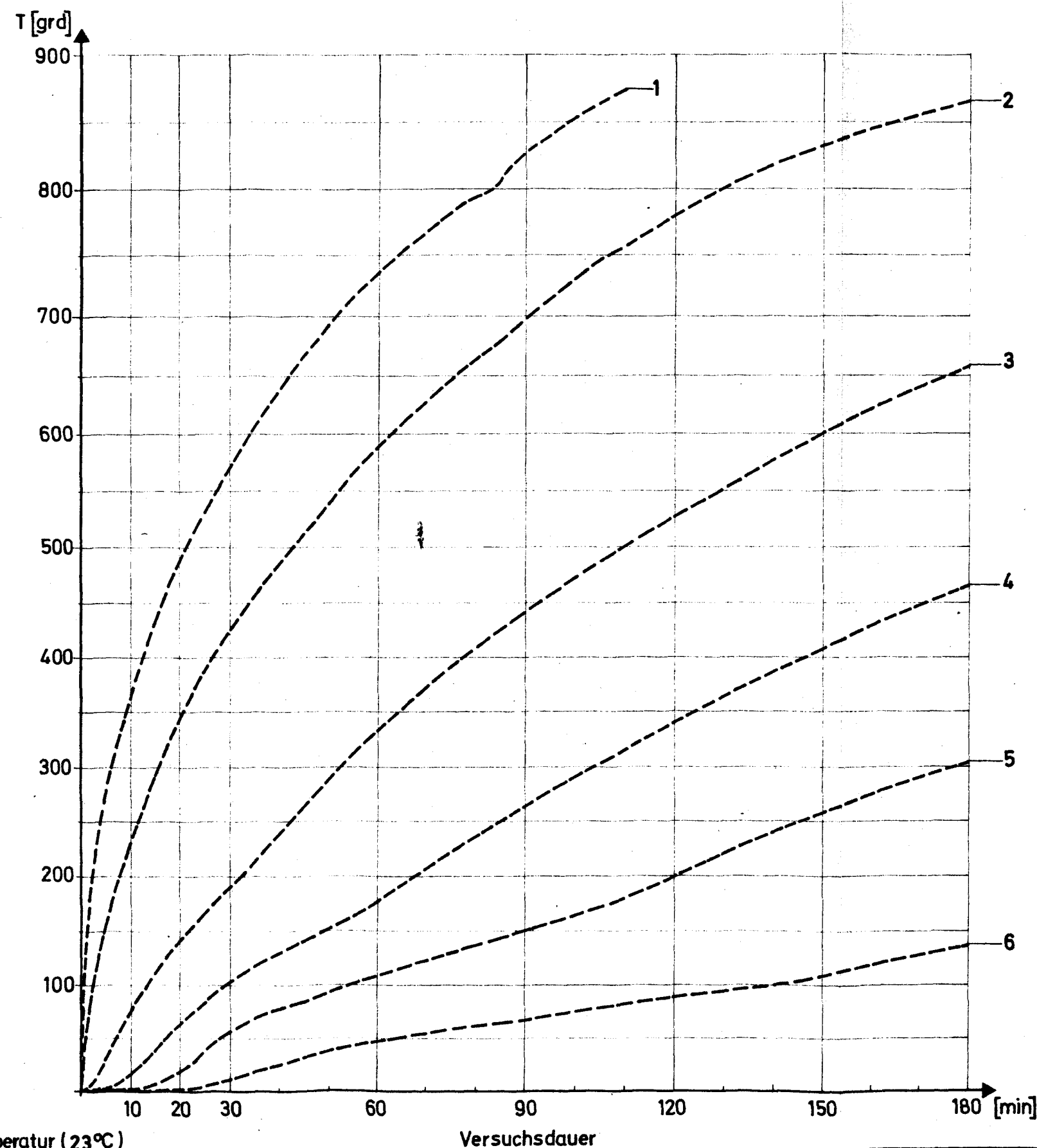
Temperaturverlauf im Querschnitt

detoon 2.1

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

Anlage 4. 21

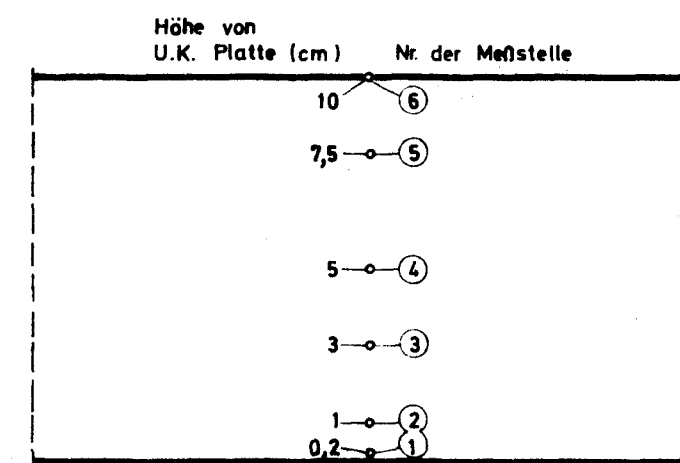
Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Lehrstuhl für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Prof. Dr.-Ing. habil. G. Plaut
Prof. Dr. habil. H. J. H. van den Broek



Anfangstemperatur (23°C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers: ~4 Gew. %

Zuschlagstoffe: Blähton 0-12 mm mit Natursand

Betonrohddichte: 1,7 t/m³

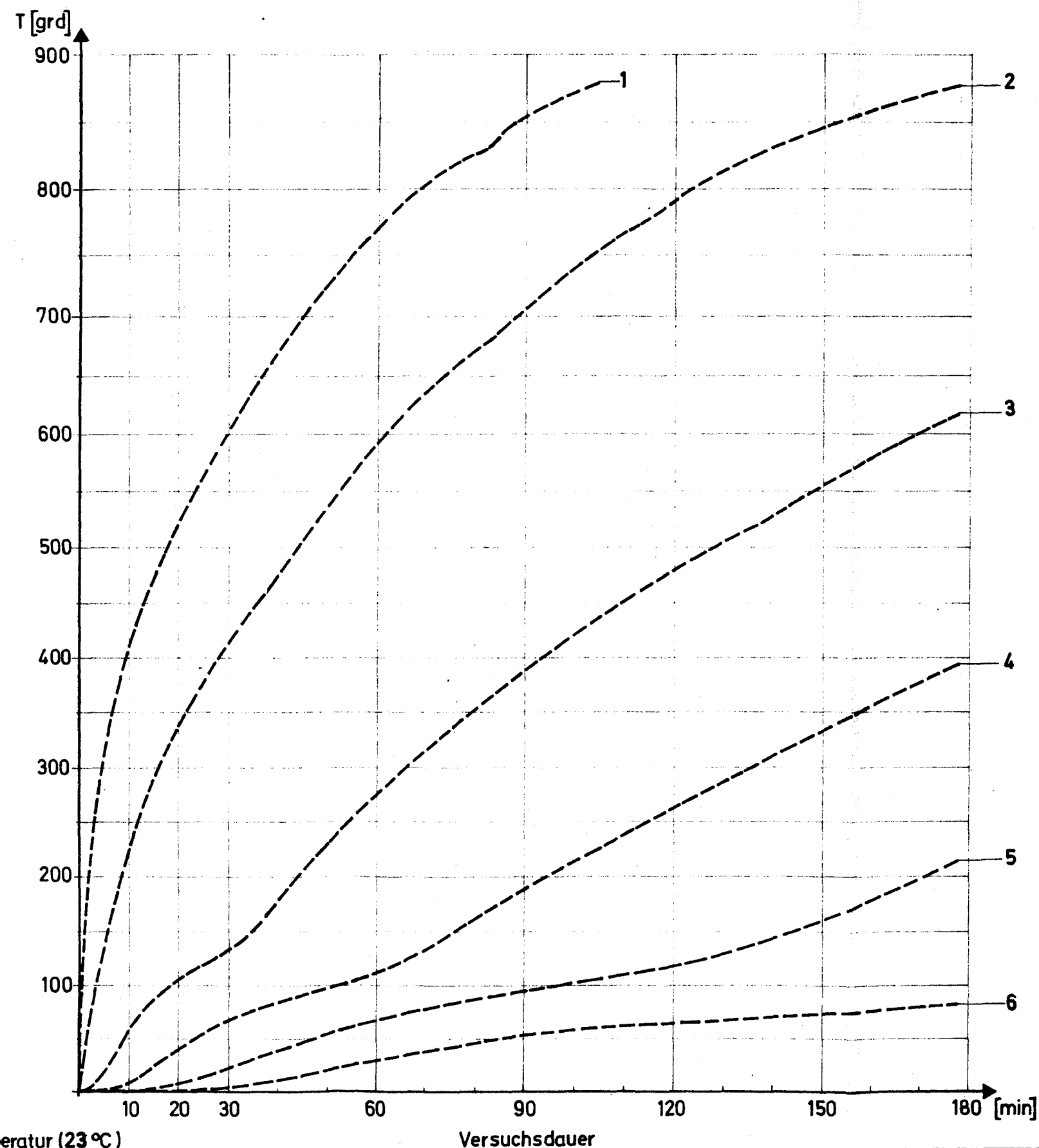
Temperaturverlauf im Querschnitt

detoon 2.2

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.22

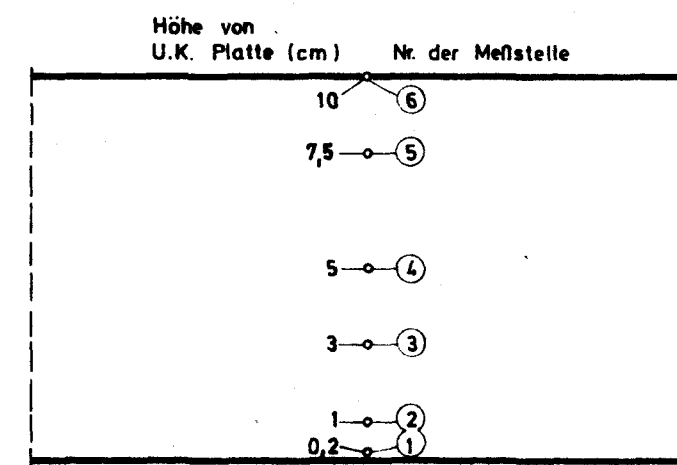
Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Universität Braunschweig
Lehrstuhl für Baustoffkunde und Stahlbetonbau



Anfangstemperatur (23 °C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~4 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähton 0-15 mm ohne Natursand

Betonrohddichte : $1,3^5 \text{ t/m}^3$

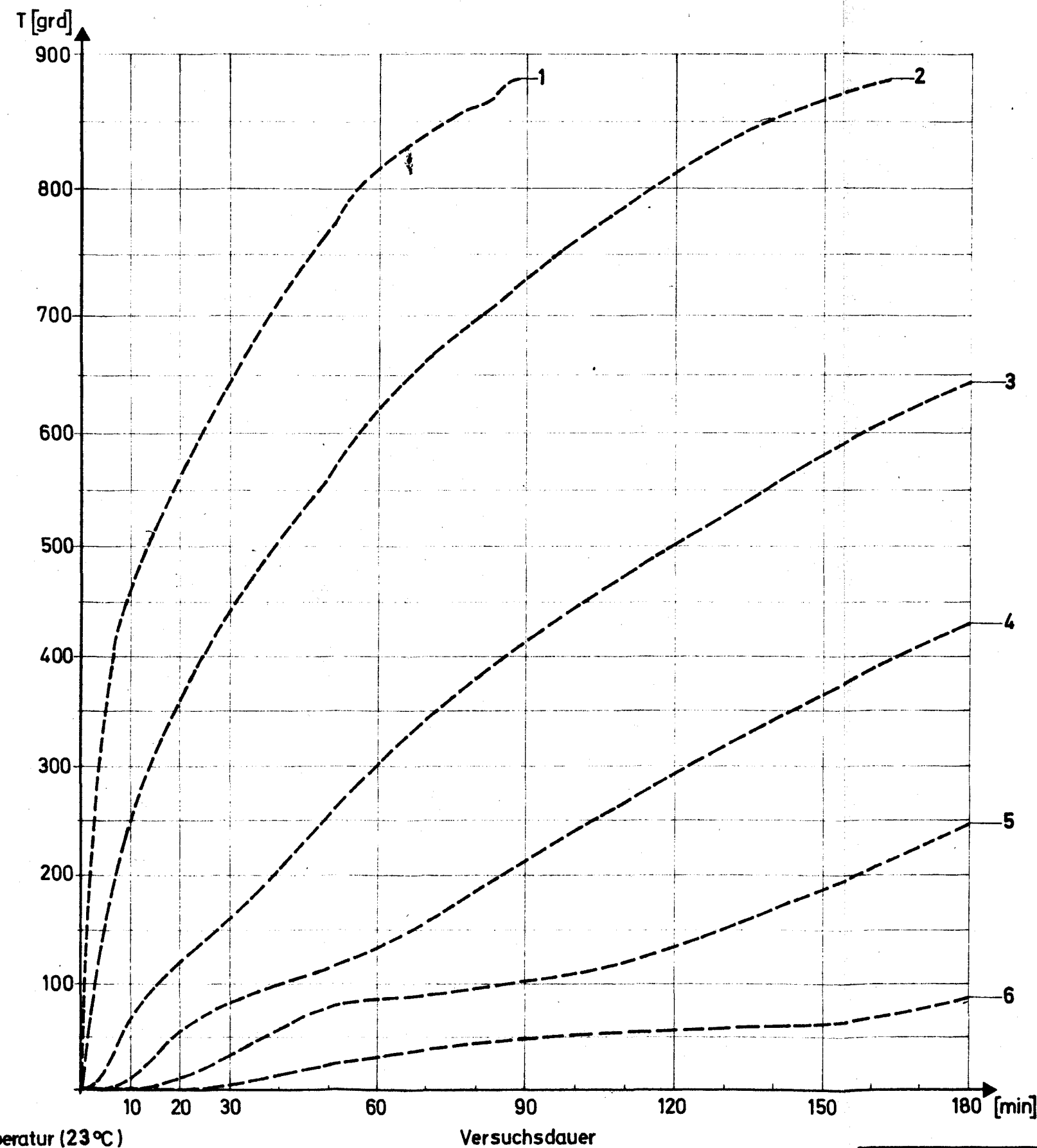
Temperaturverlauf im Querschnitt

Leca 3.1

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.23

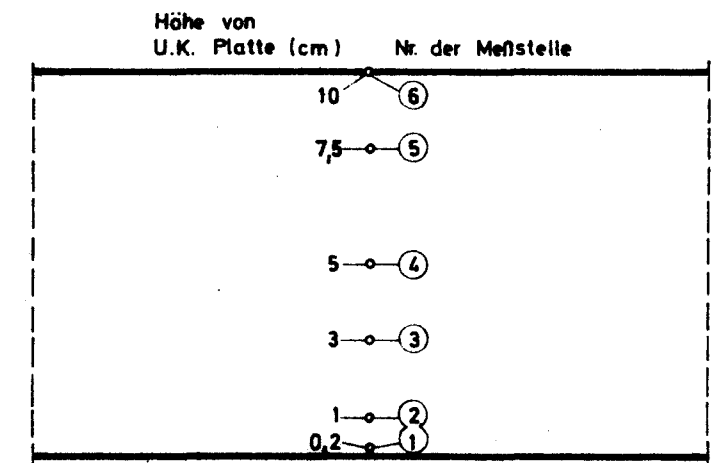
Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Universität Braunschweig
Virtuelle Bauteile und Bauteile für den Bau



Anfangstemperatur (23 °C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~4 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähton 0-15mm ohne Natursand

Betonrohddichte : 1,3 t/m³

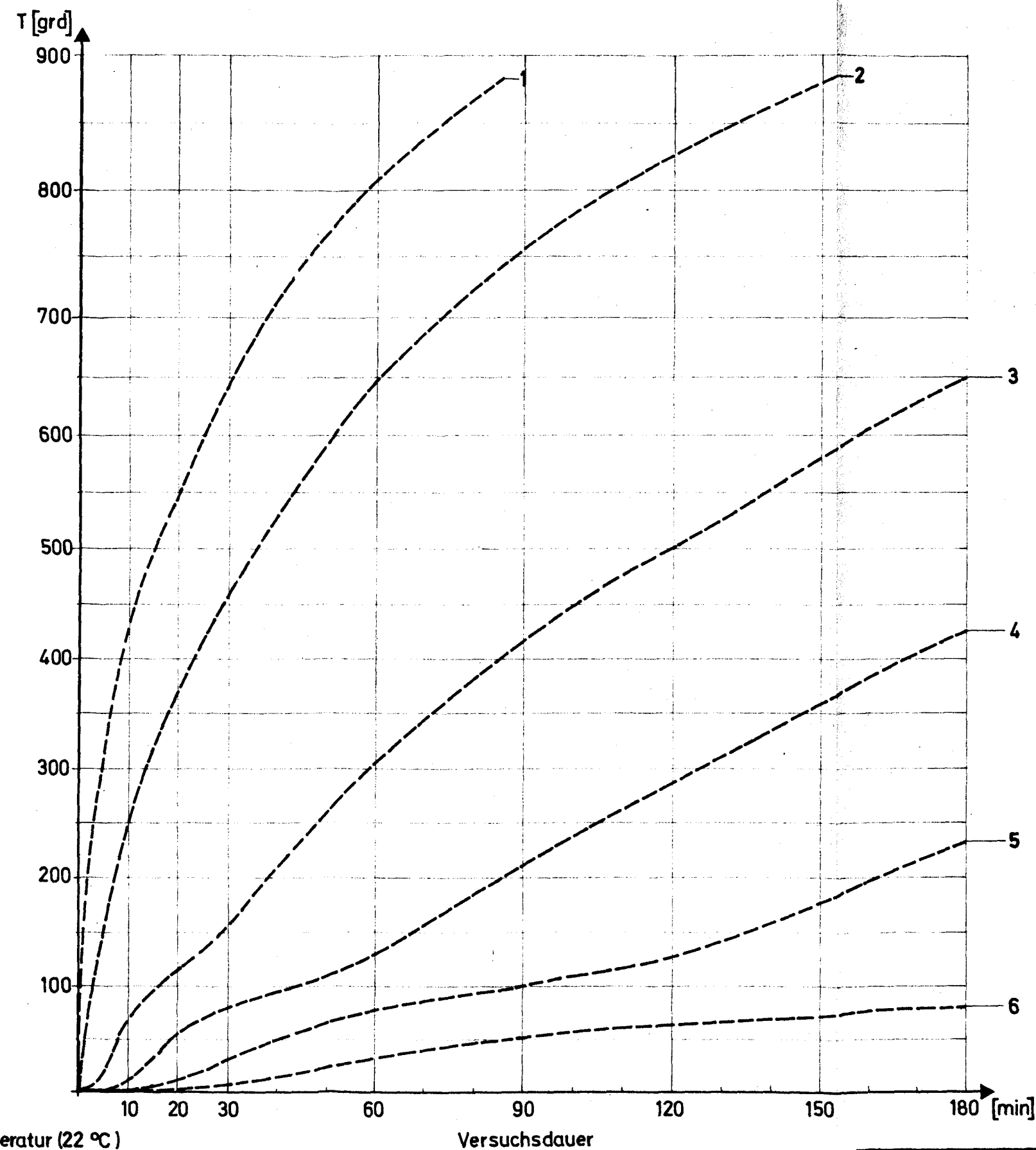
Temperaturverlauf im Querschnitt

Leca 3.2

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.24

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Universität Braunschweig
Lehrstuhl für Baustoffkunde und Stahlbetonbau



Anfangstemperatur (22 °C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt

Höhe von U.K. Platte (cm)	Nr. der Meßstelle
10	6
7,5	5
5	4
3	3
1	2
0,2	1

Feuchtigkeitsgehalt des Prüfkörpers : ~1 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähton 0-12 mm
ohne Natursand

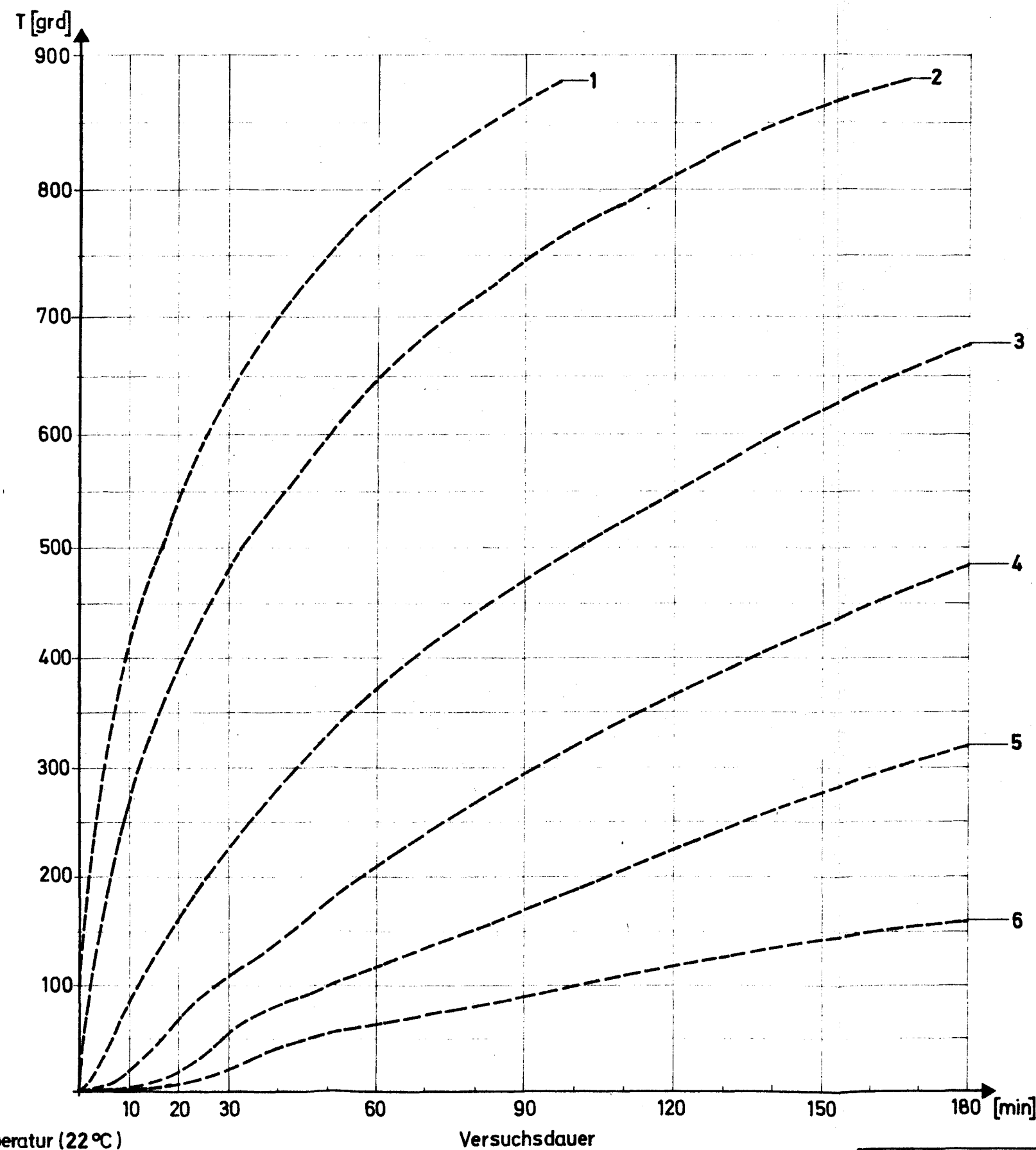
Betonrohddichte : 1,6 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

detoon 2.1

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

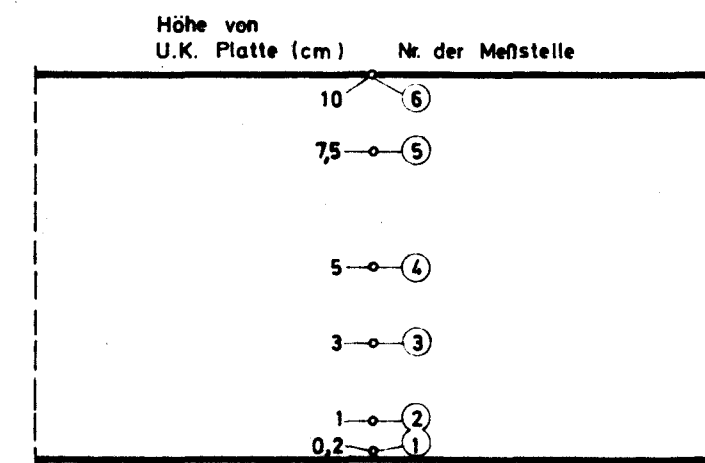
Anlage 4.25



Anfangstemperatur (22 °C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des
Prüfkörpers : ~1 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähton 0 - 12 mm
mit Natursand

Betonrohddichte : 1,7 t/m³

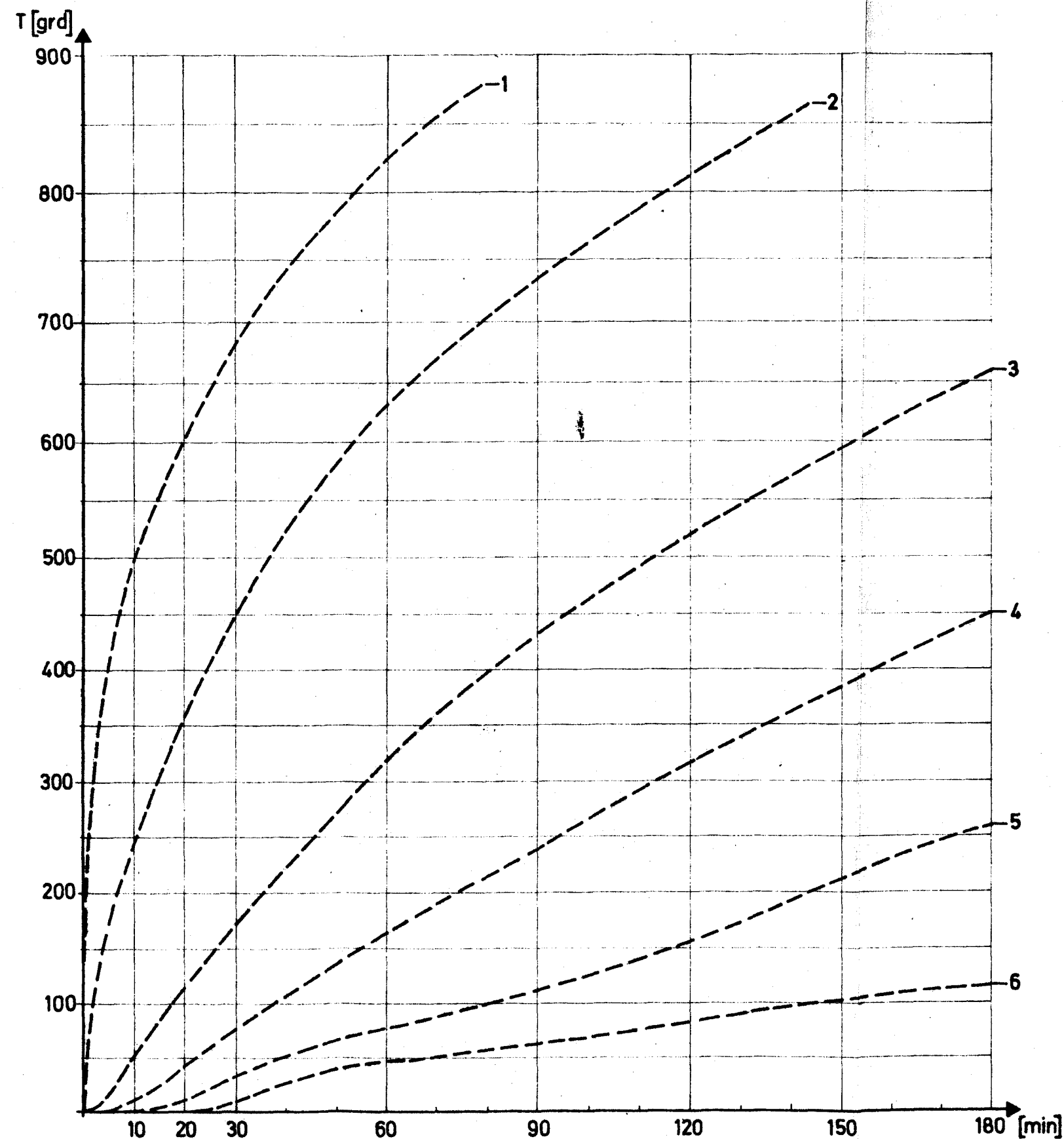
Temperaturverlauf im Querschnitt

detoon 2.2

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.26

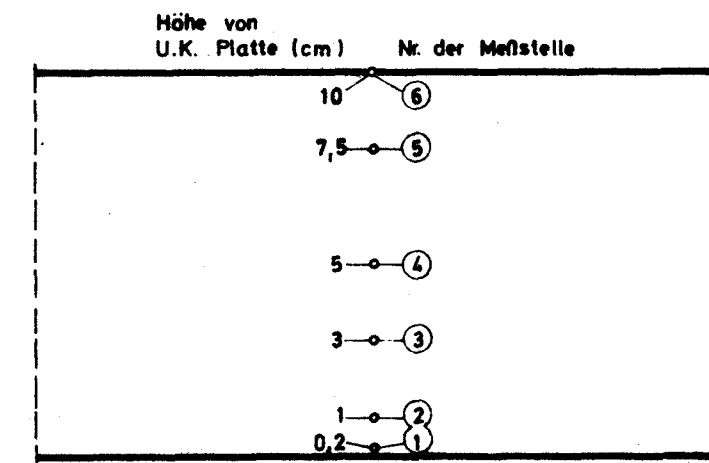
Institut für Bauteile und Stahlbetonbau
Lehrstuhl für Bauteile und Stahlbetonbau
Prof. Dr.-Ing. habil. G. H. Hoffmann



Anfangstemperatur (22 °C)

Versuchsdauer

Lage der Meßstellen im Querschnitt



Feuchtigkeitsgehalt des
Prüfkörpers : ~1 Gew. %

Zuschlagstoffe : Blähton 0-15mm
ohne Natursand

Betonrohddichte : 1,3 t/m³

Temperaturverlauf im Querschnitt

Leca 3.2

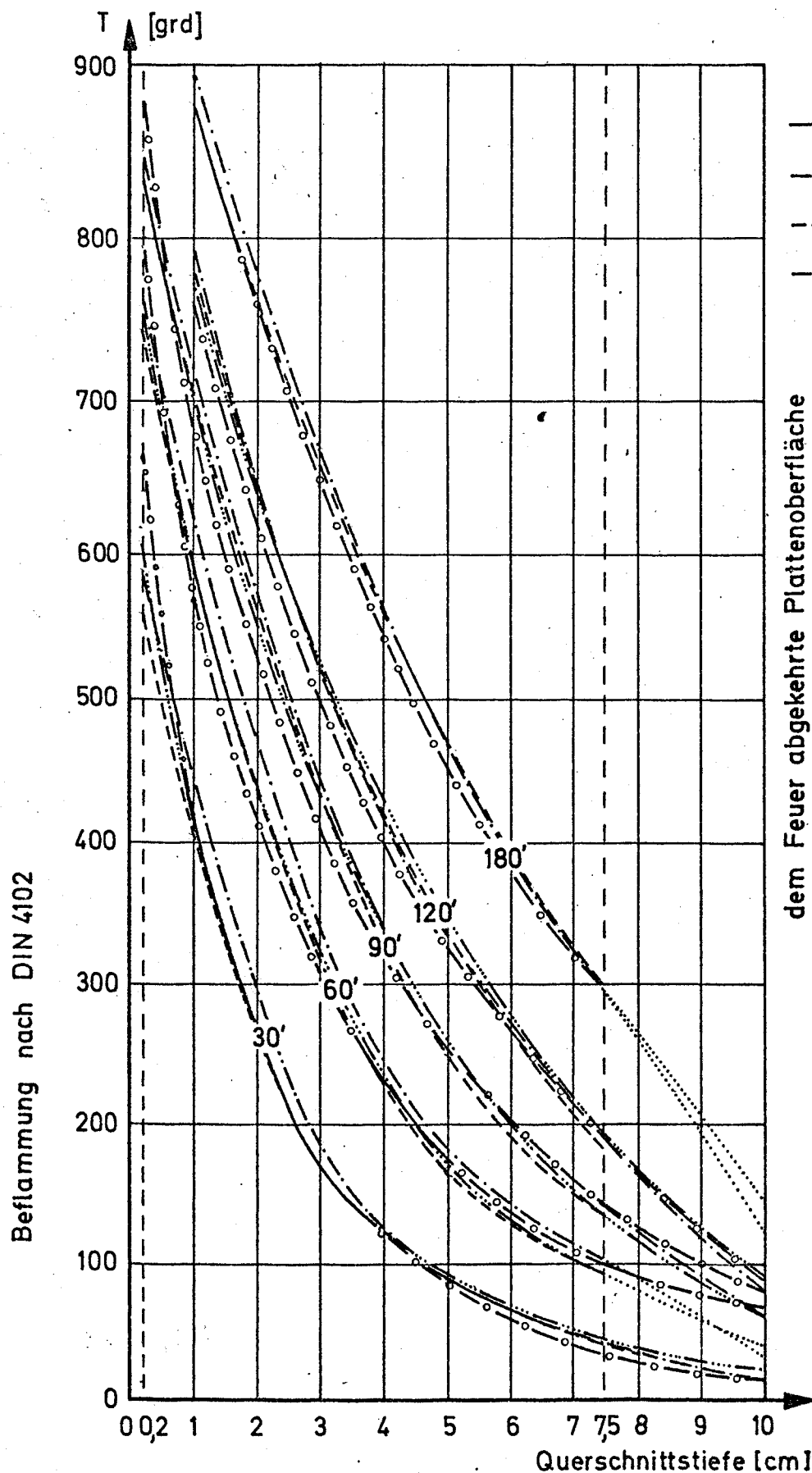
Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 4.28

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau

Lehrstuhl für Baustoffkunde und Stahlbetonbau

Am Ende der Straße, die zum Hauptgebäude führt



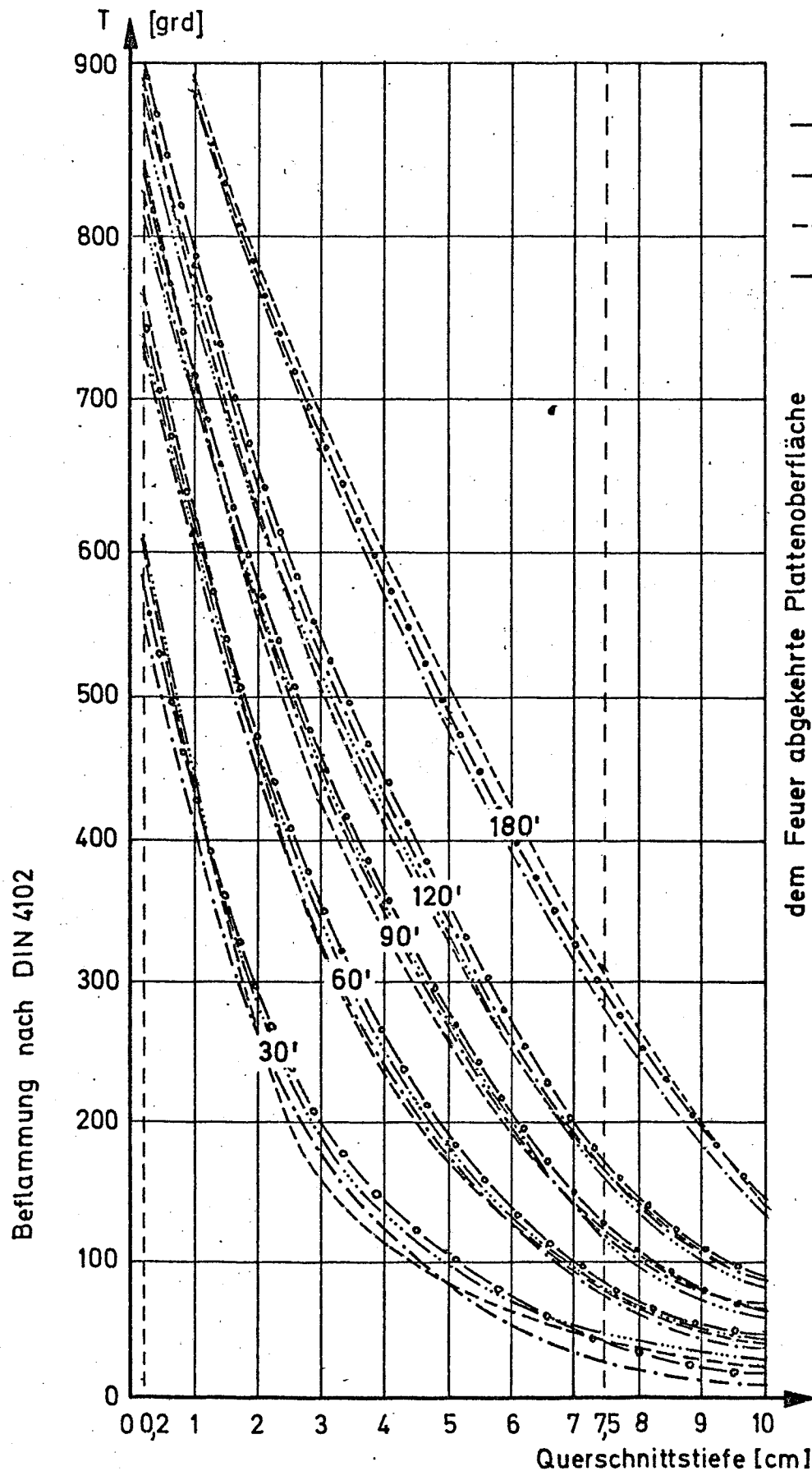
Temperatur im Querschnitt

Norlit 1.1

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 5.01

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen



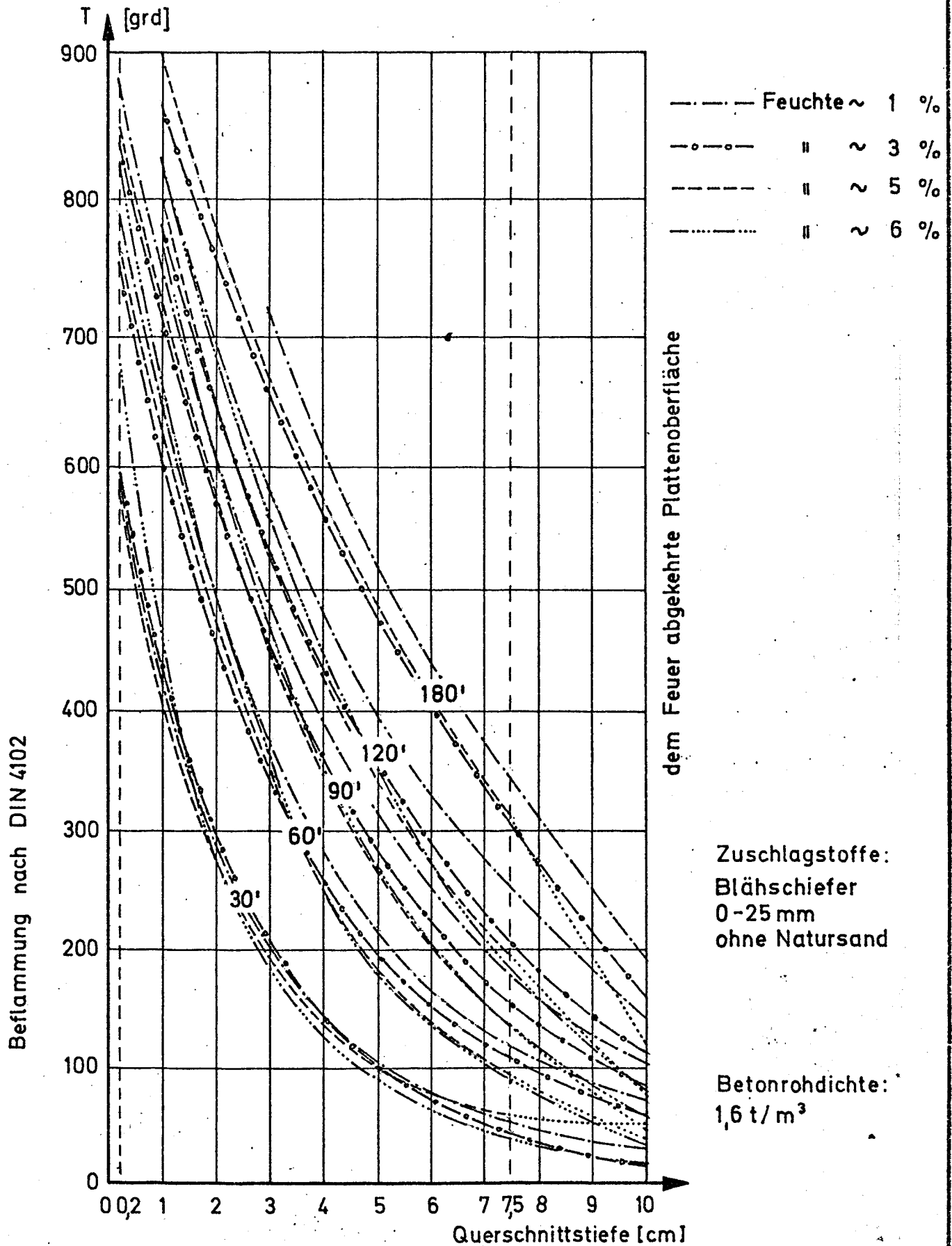
Temperatur im Querschnitt

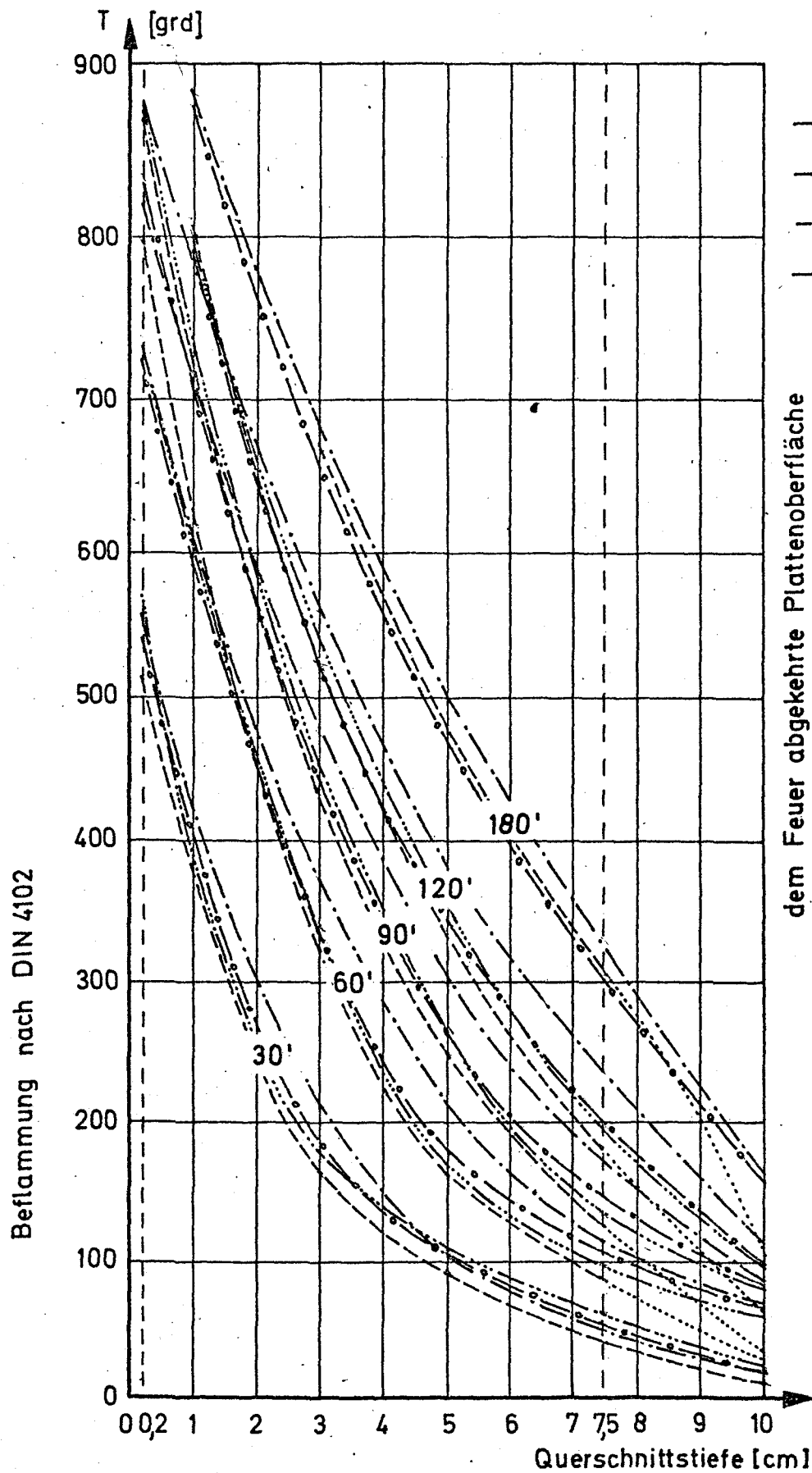
Norlit 1.2

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
 unter Brandbeanspruchung

Anlage 5.02

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
 Technische Hochschule Braunschweig
 Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen





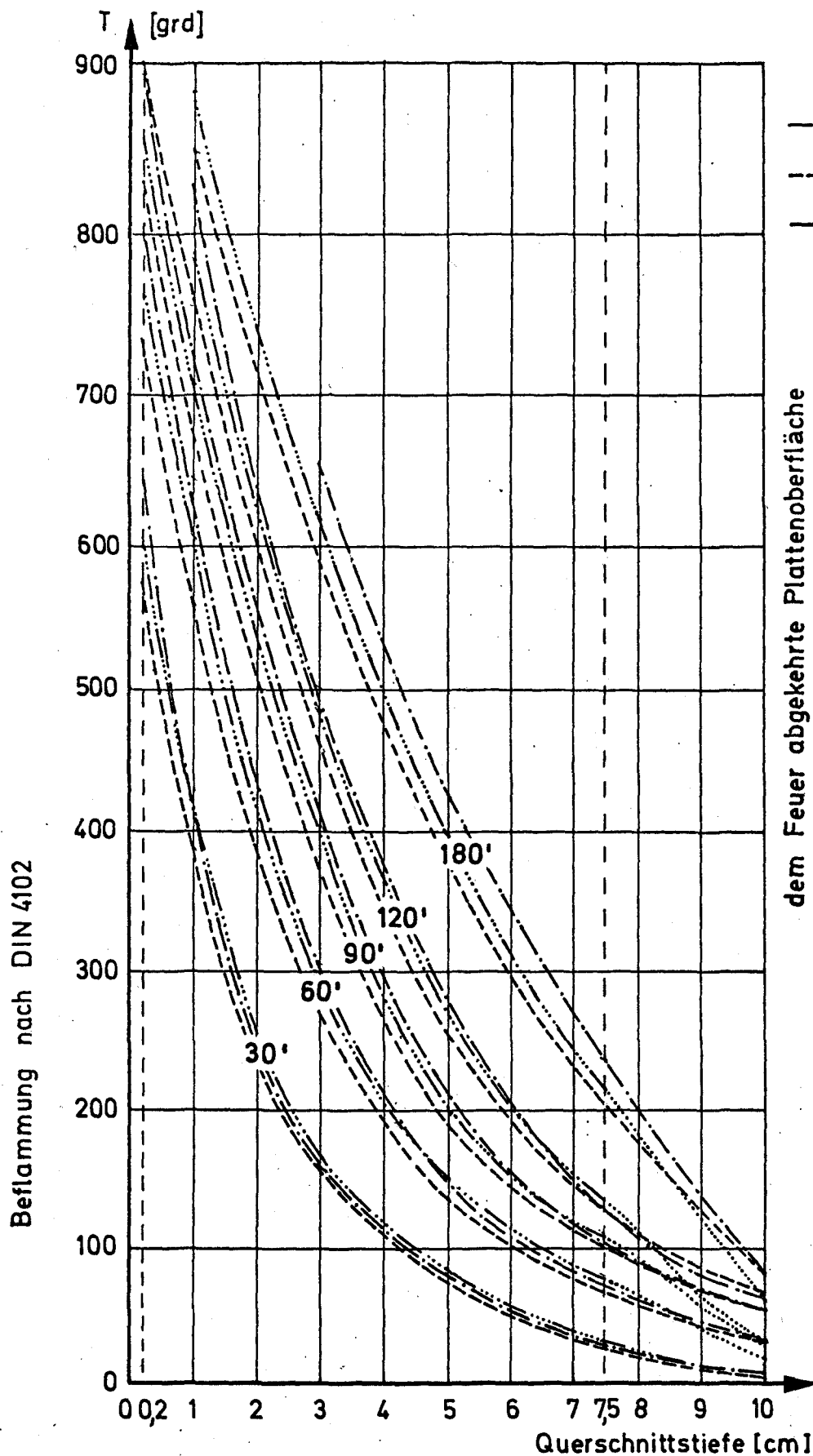
Temperatur im Querschnitt

Norlit 1.4

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 5.04

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen



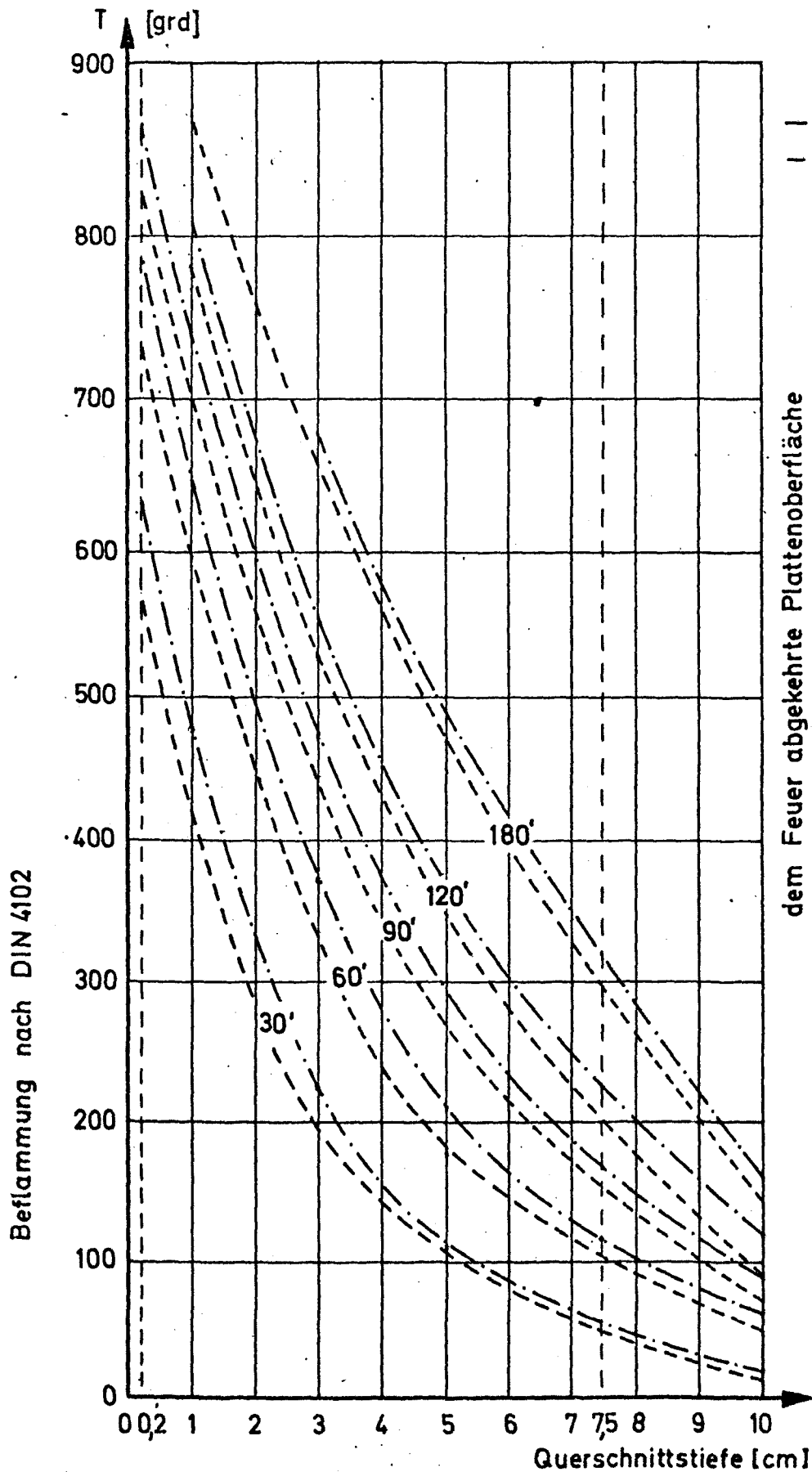
Temperatur im Querschnitt

datoon 2.1

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 5.05

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen

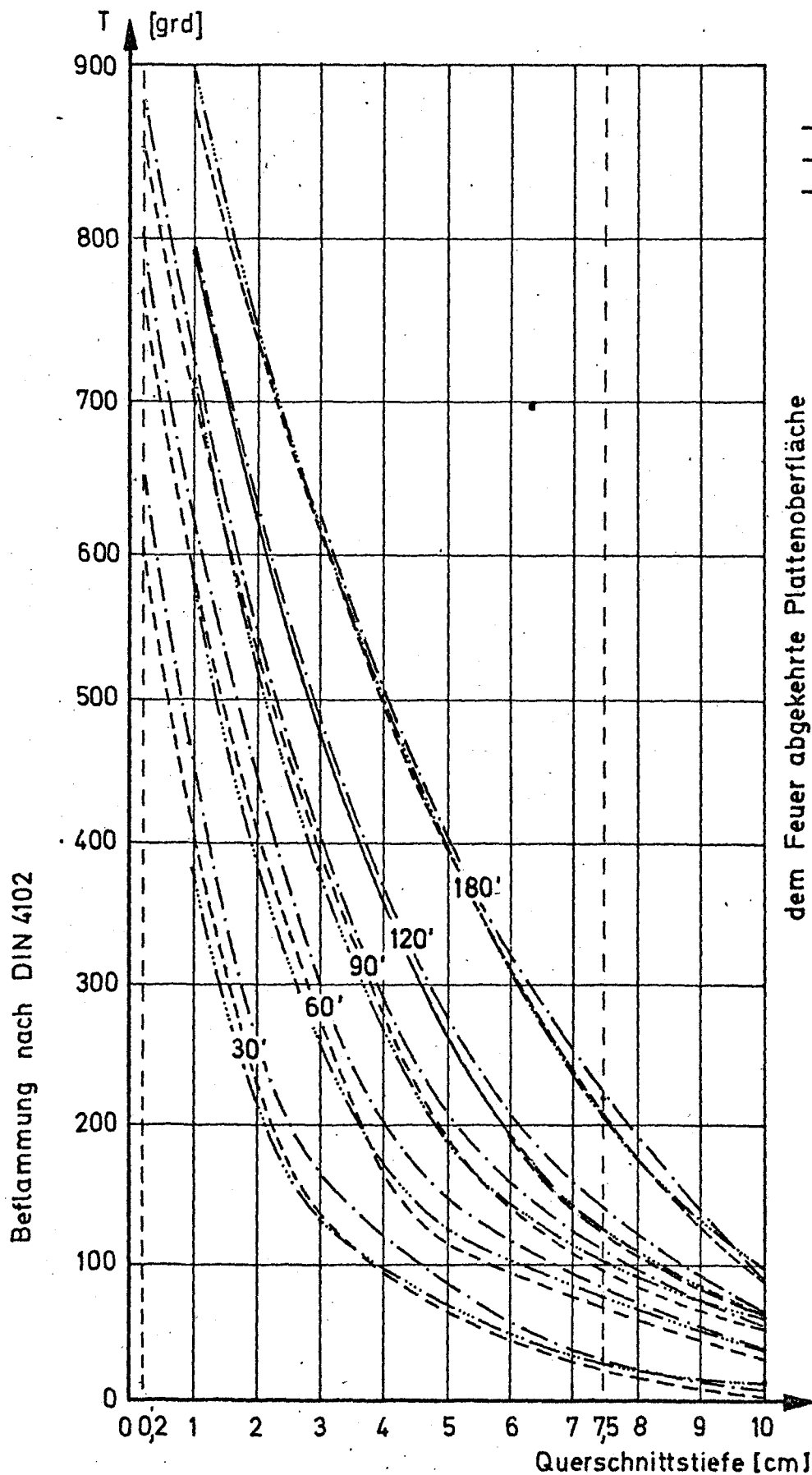


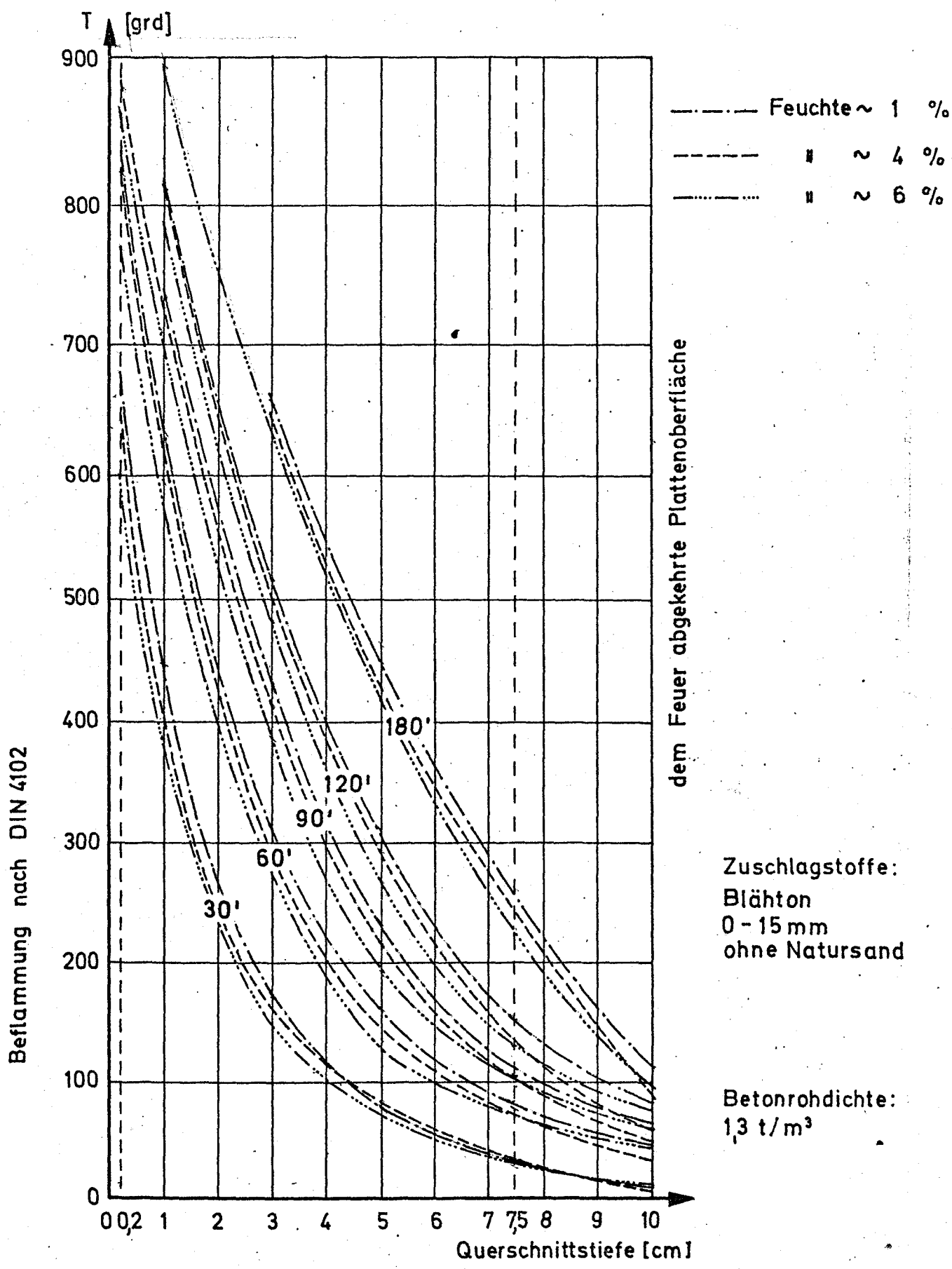
dem Feuer abgekehrte Plattenoberfläche

Zuschlagstoffe:
 Blähton
 0-12 mm
 mit Natursand

Betonrohddichte:
 1,7 t/m³

Temperatur im Querschnitt	detoon 2.2
Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung	Anlage 5.06
Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau Technische Hochschule Braunschweig Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen	





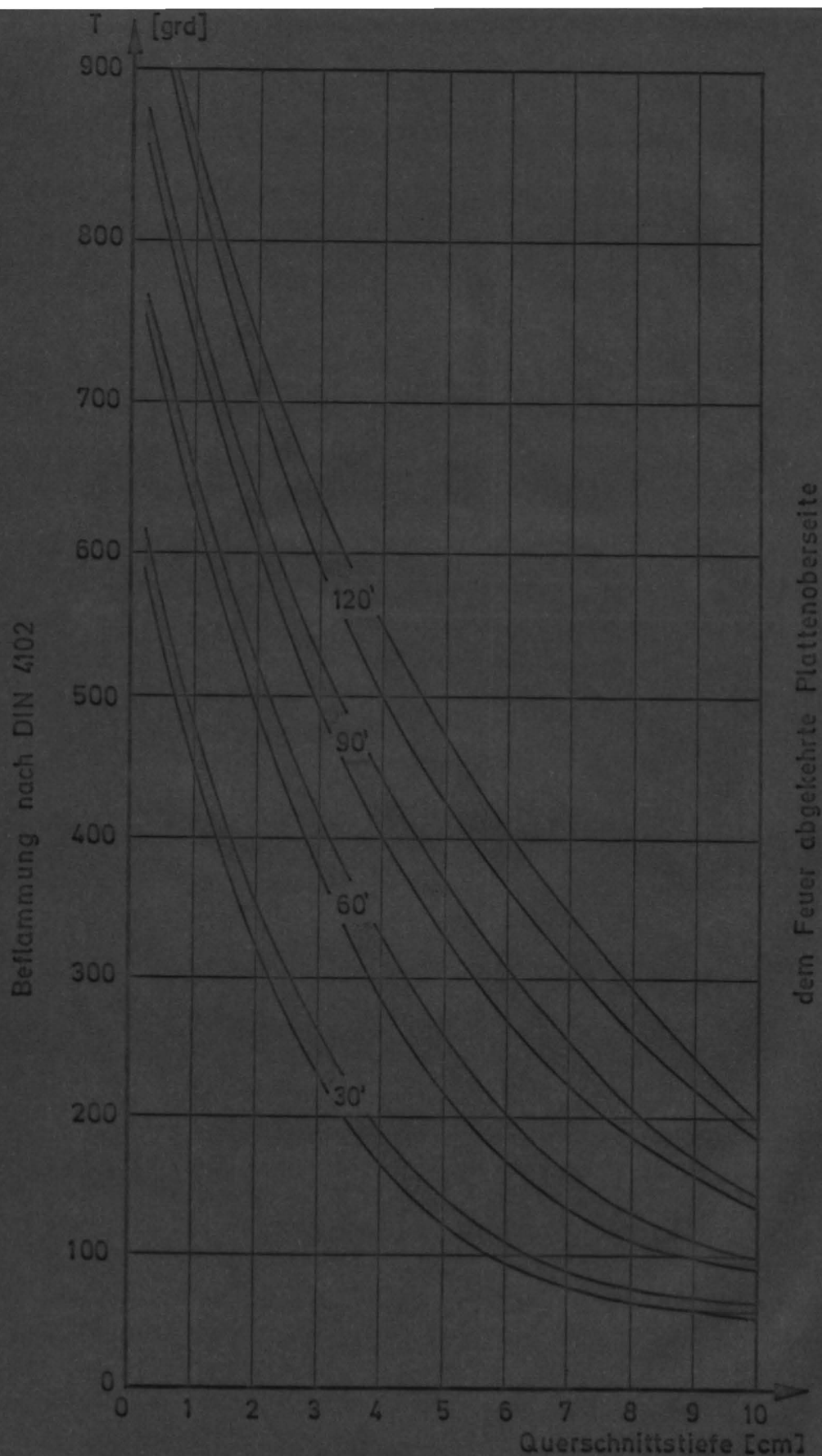
Temperatur im Querschnitt

Leca 3.2

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 5.08

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen



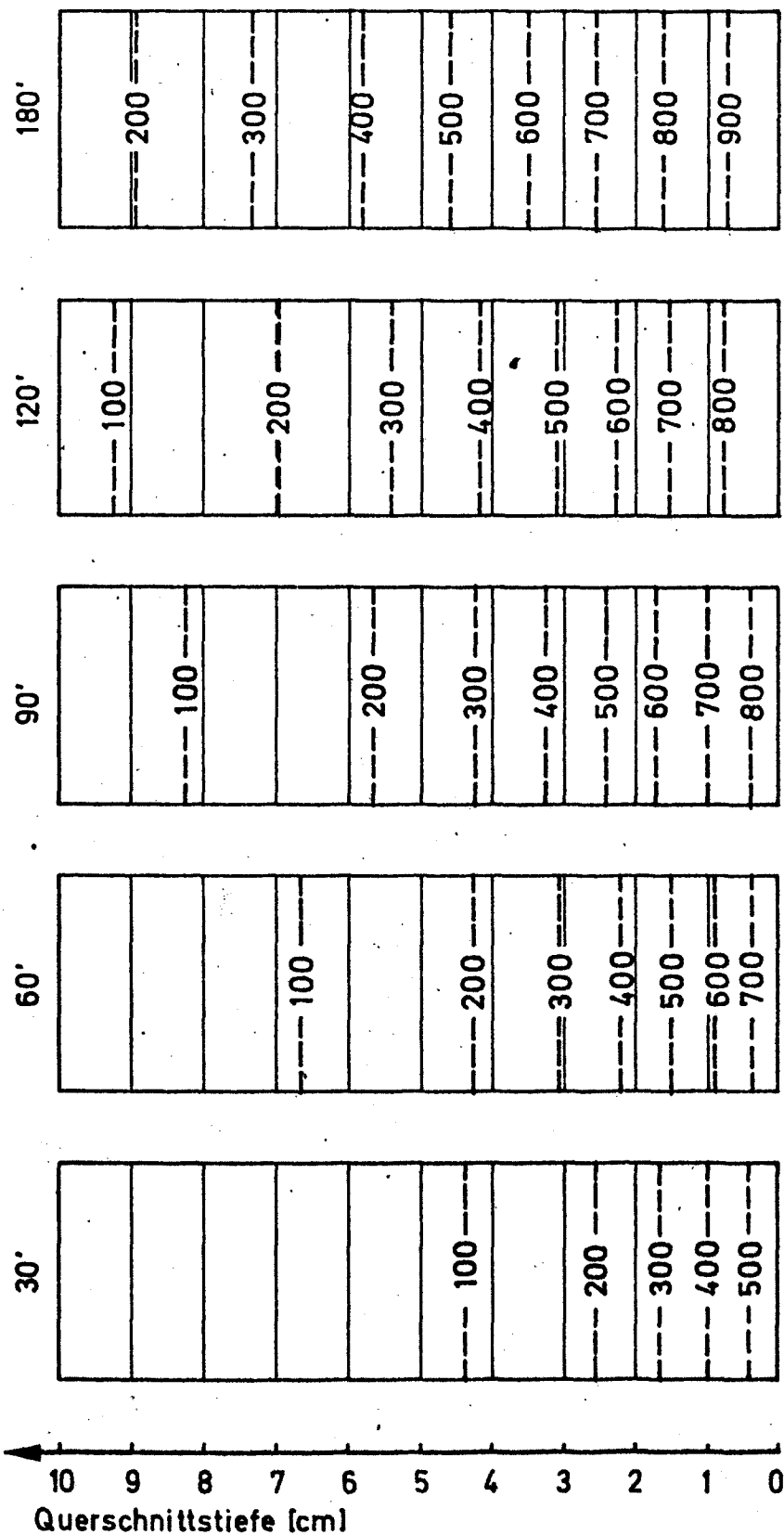
Vergleich: Normalbeton mit Rohdichte $\sim 2,3 \text{ t/m}^3$
Temperatur im Querschnitt

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

*Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Universität Braunschweig
Amtliche Materialprüfstatt für das Bauwesen*

Anlage 5.09

dem Feuer abgekehrte Plattenoberfläche



Beflammung nach DIN 4102

Feuchtigkeit:
~ 5 Gew. %

Zuschlagstoffe:
Blähschiefer
0 - 15 mm
ohne Natursand

Betonrohddichte:
1,7 t/m³

Isothermenverlauf in °C

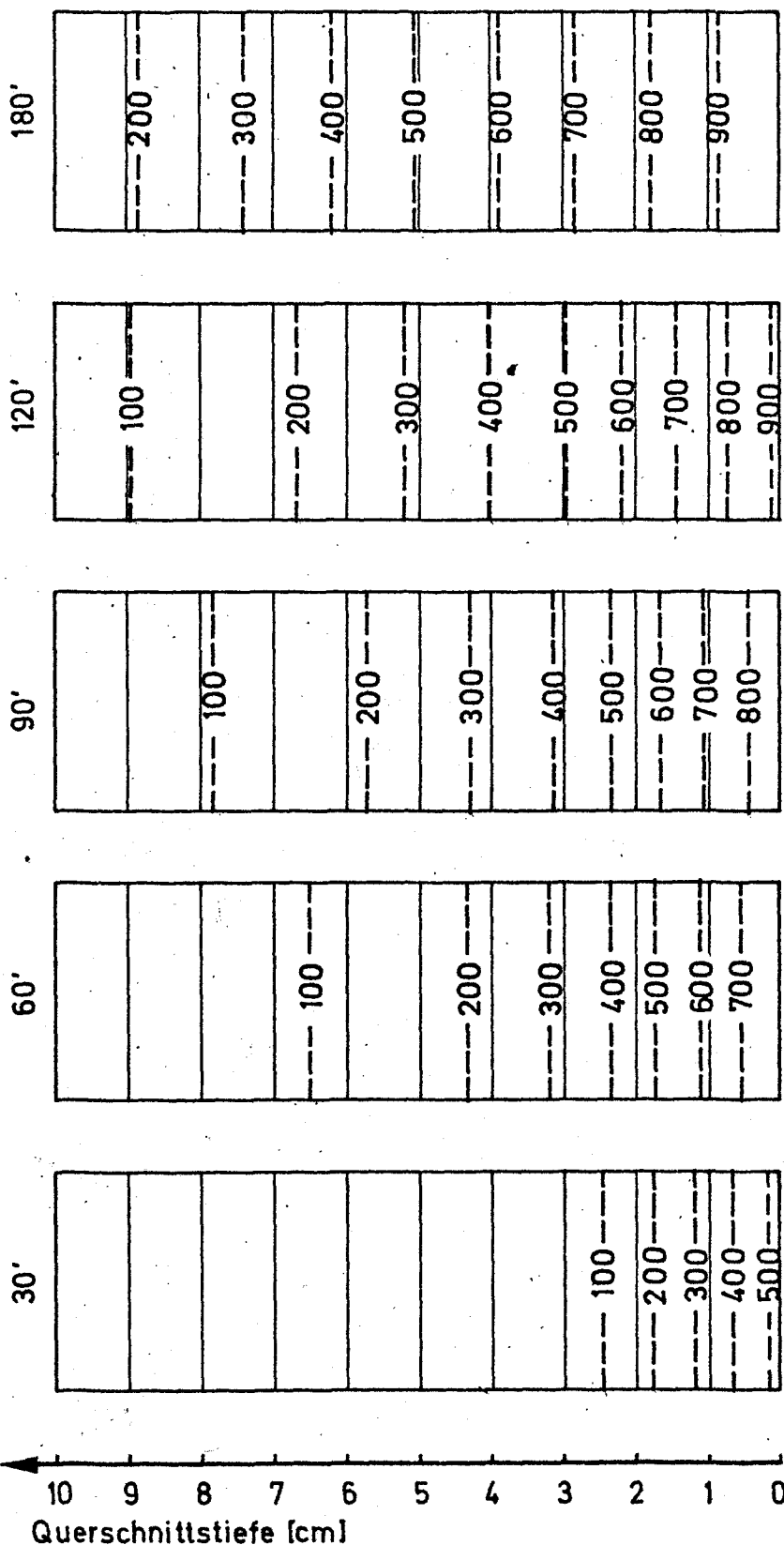
Norlit 1.1

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 6.01.

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amilihe Materialprüfanstalt für das Bauwesen

dem Feuer abgekehrte Plattenoberfläche



Beflammung nach DIN 4102

Feuchtigkeit:
~ 5 Gew. %

Zuschlagstoffe:
Blähschiefer
0-15 mm
mit Natursand

Betonrohddichte:
1,8 t/m³

Isothermenverlauf in °C

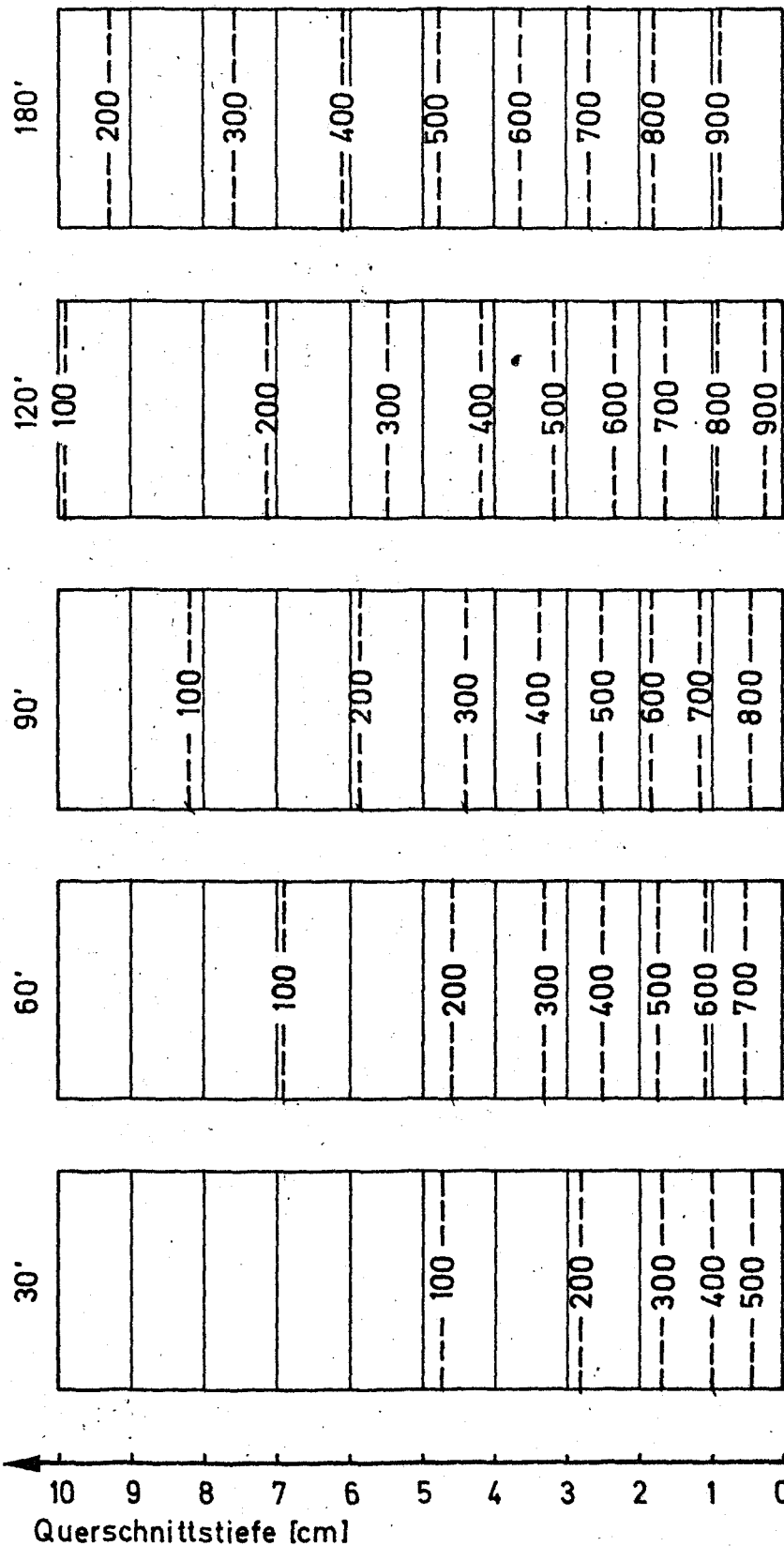
Norlit 1.2

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 6.02

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Ämliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen

dem Feuer abgekehrte Plattenoberfläche



Beflammung nach DIN 4102

Feuchtigkeit:
~ 5 Gew. %

Zuschlagstoffe:
Blähschiefer
0-25 mm
ohne Natursand

Betonrohddichte:
1,6 t/m³

Isothermenverlauf in °C

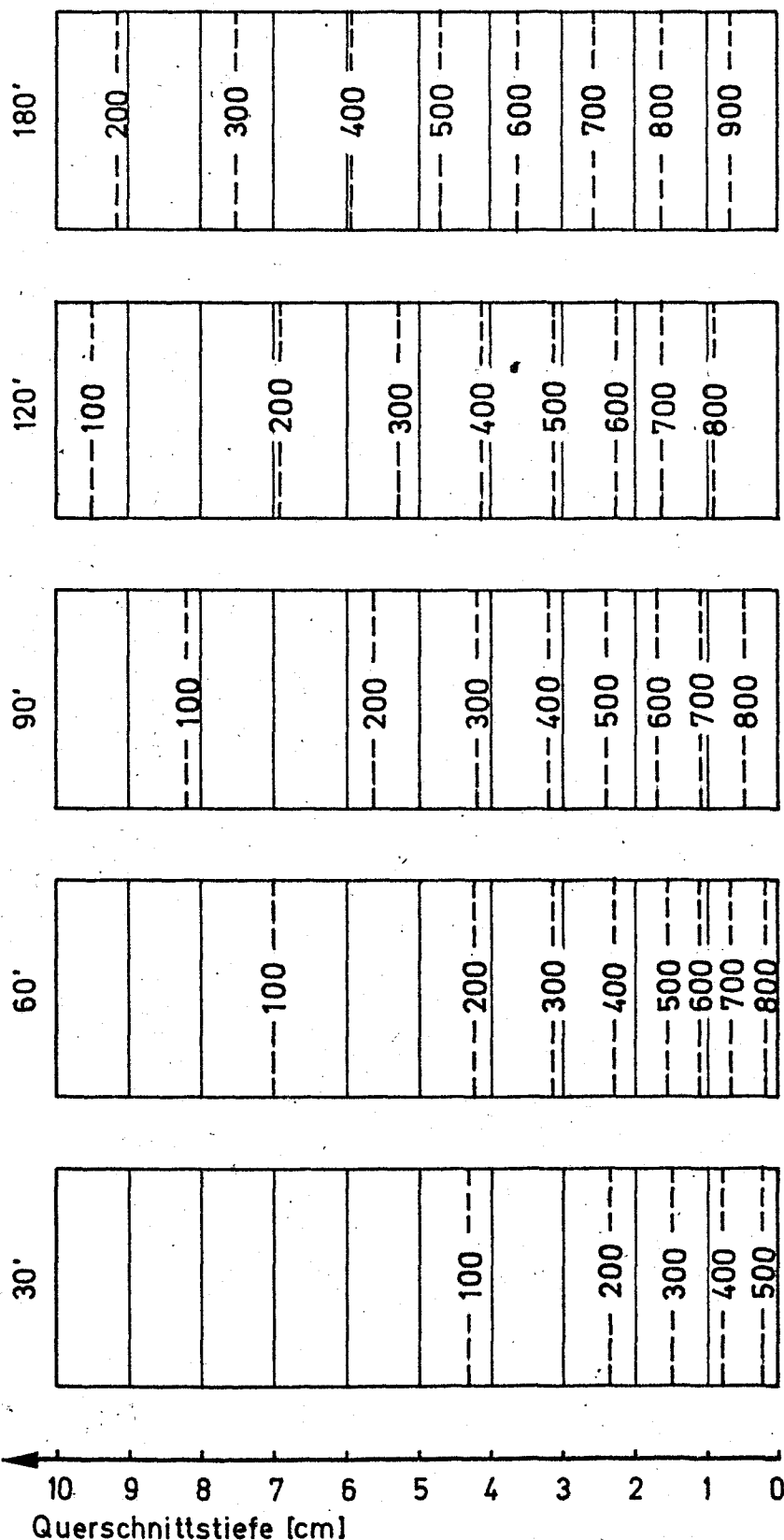
Norlit 1.3

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 6.03

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen

dem Feuer abgekehrte Plattenoberfläche



Beflammung nach DIN 4102

Feuchtigkeit:
~5 Gew. %

Zuschlagstoffe:
Blähschiefer
0 - 25 mm
mit Natursand

Betonrohddichte:
1,7 t/m³

Isothermenverlauf in °C

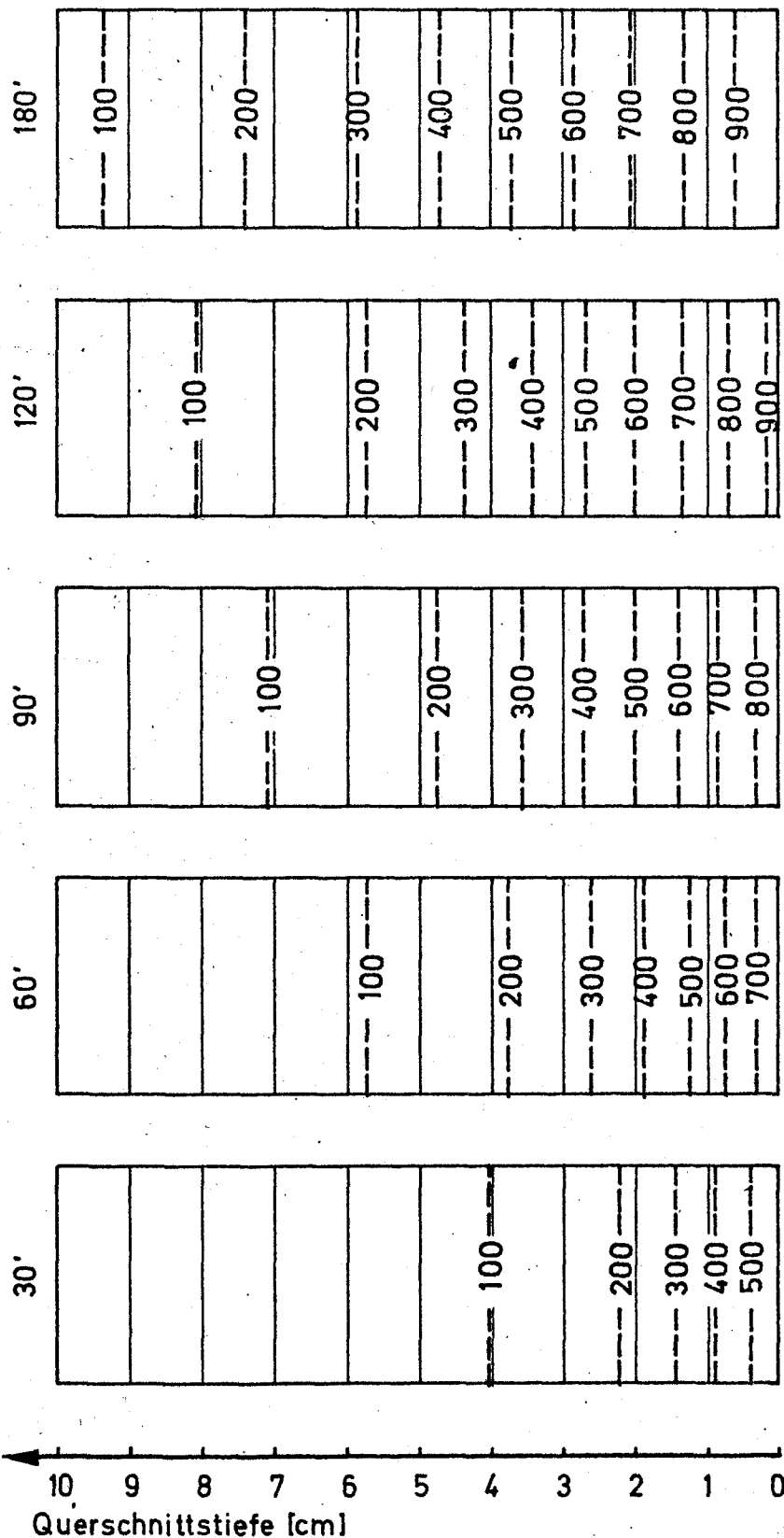
Norlit 1.4

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 6.04

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen

dem Feuer abgekehrte Plattenoberfläche



Beflammung nach DIN 4102

Feuchtigkeit:
~ 4 Gew. %

Zuschlagstoffe:
Blähton
0-12mm
ohne Natursand

Betonrohddichte:
1,6 t/m³

Isothermenverlauf in °C

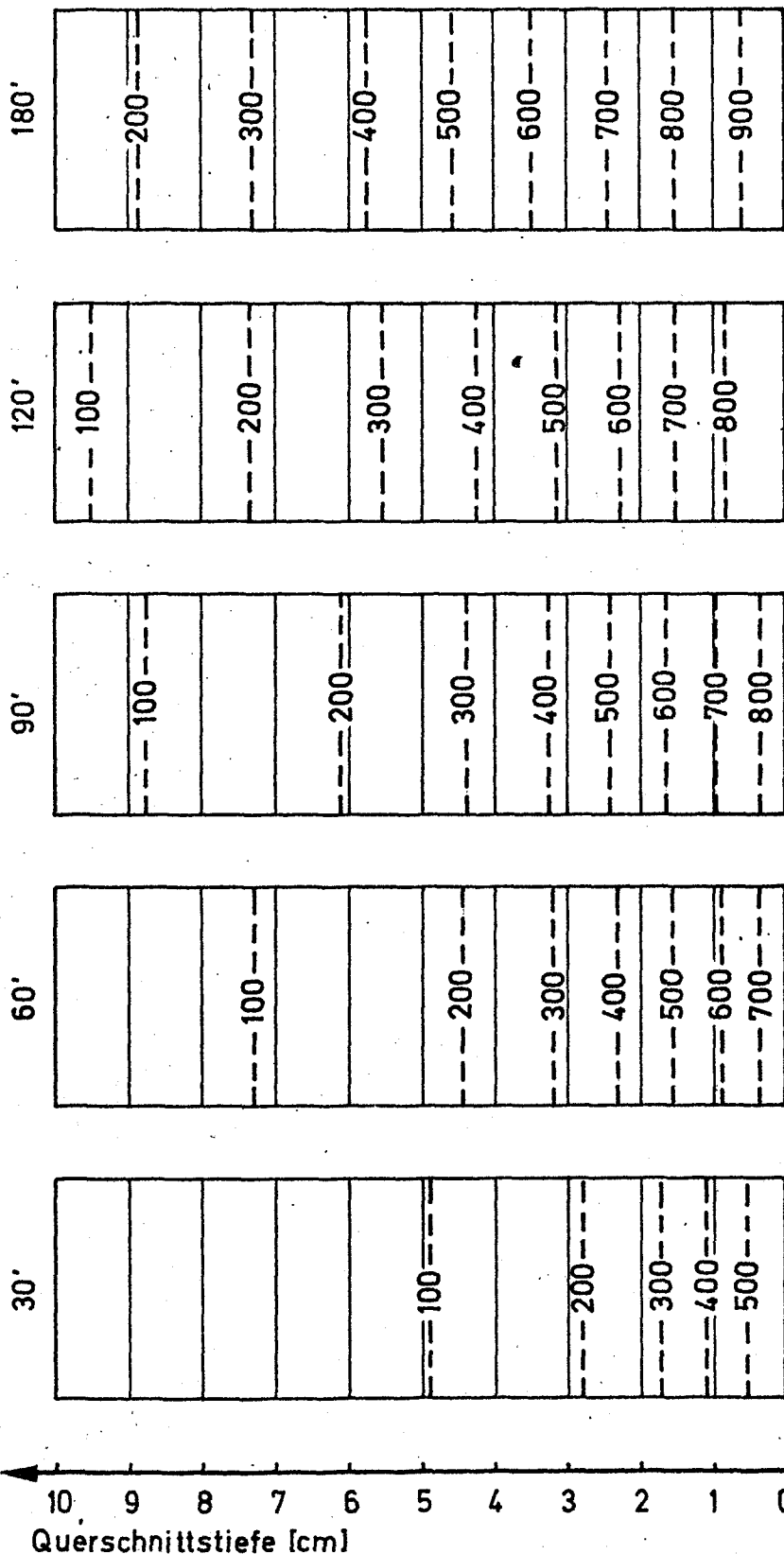
datoon 2.1

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 6.05

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen

dem Feuer abgekehrte Plattenoberfläche



Beflammung nach DIN 4102

Feuchtigkeit
~ 4 Gew. %

Zuschlagstoffe
Blähton
0-12 mm
mit Natursand

Betonrohddichte
1,7 t/m³

Isothermenverlauf in °C

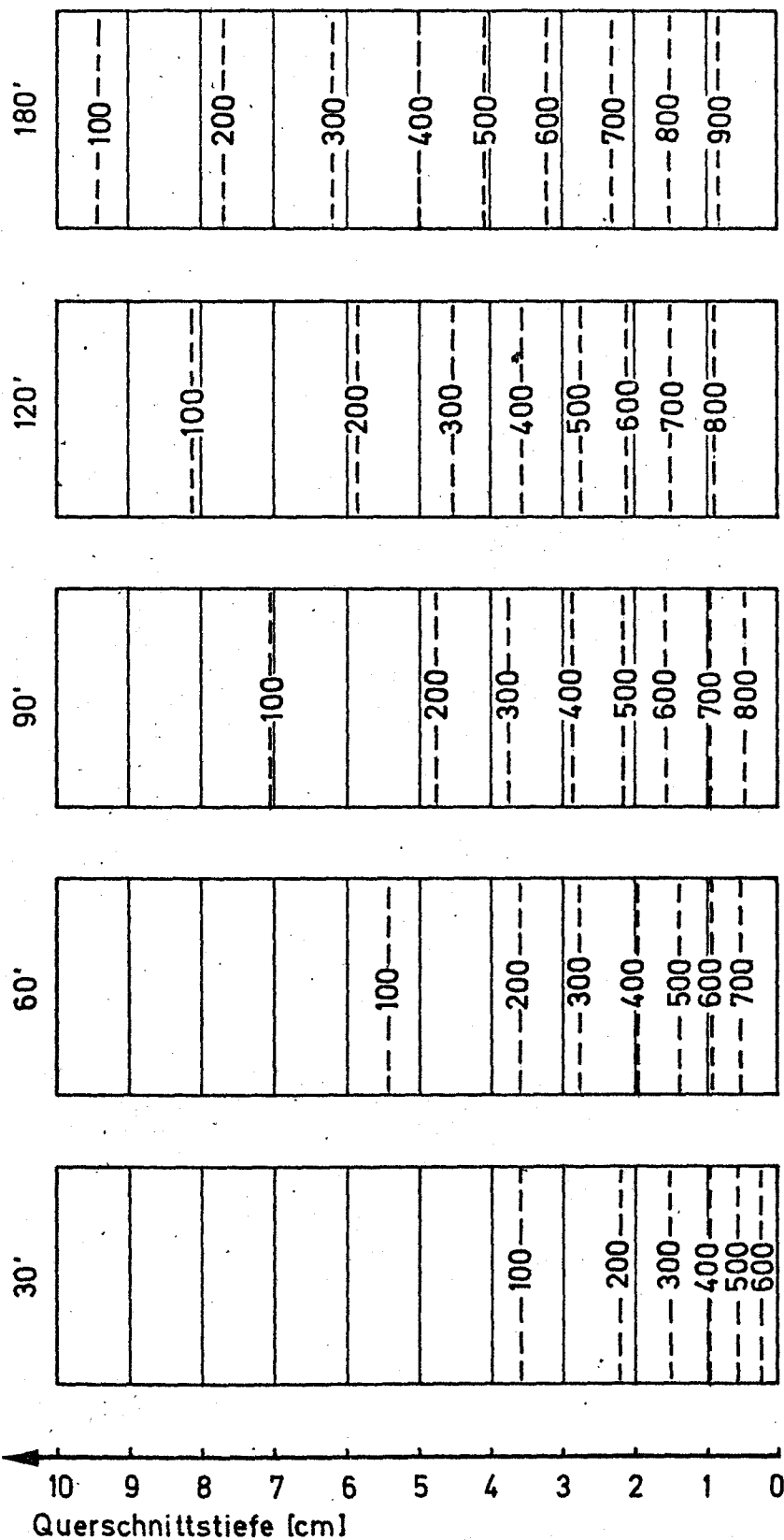
datoon 2.2

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 6.06

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen

dem Feuer abgekehrte Plattenoberfläche



Beflammung nach DIN 4102

Feuchtigkeit
~4 Gew. %

Zuschlagstoffe
Blähton
0-15 mm
ohne Natursand

Betonrohddichte
 $1,3^5 \text{ t/m}^3$

Isothermenverlauf in °C

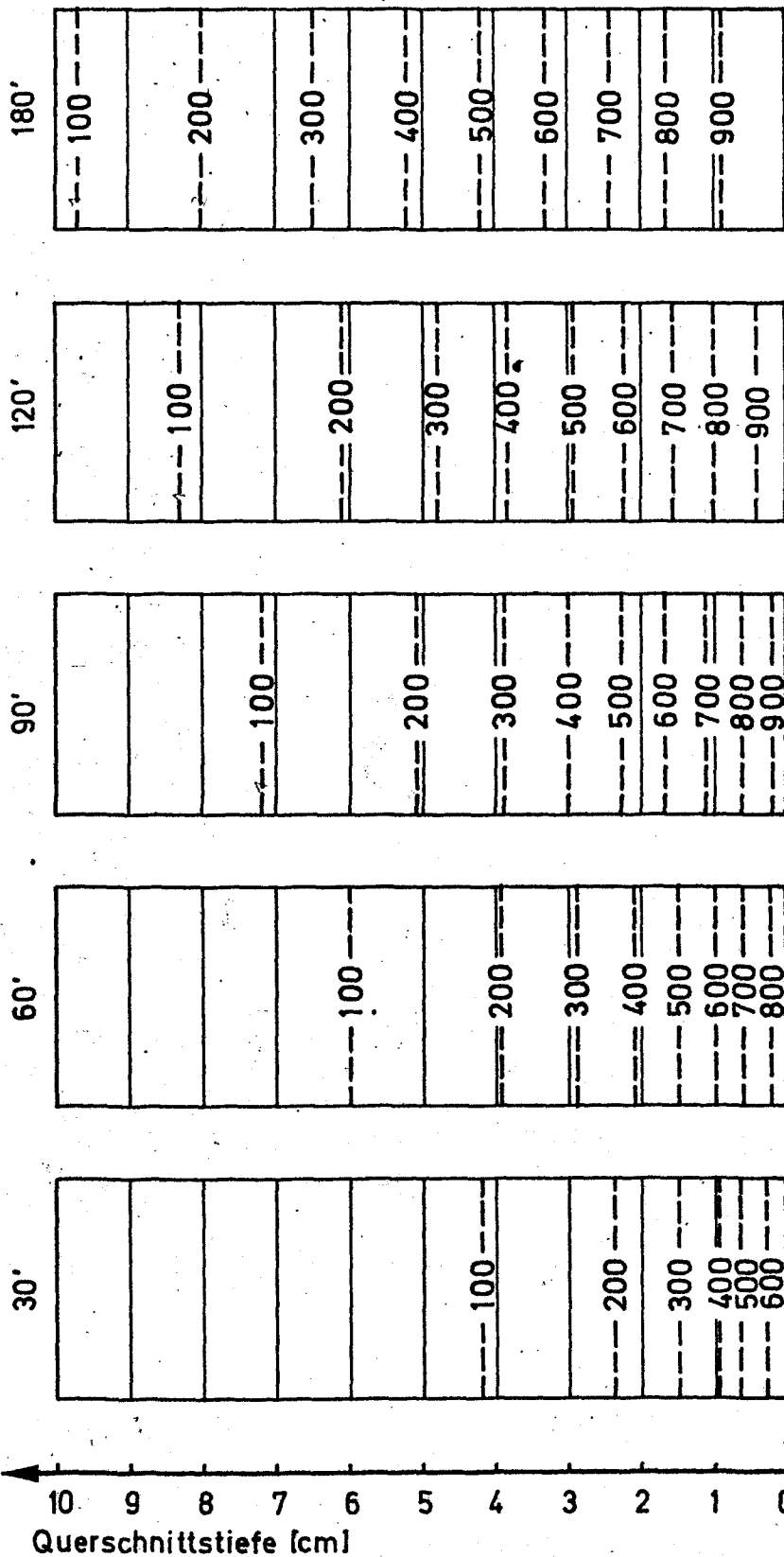
Leca 3.1

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 6.07.

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen

dem Feuer abgekehrte Plattenoberfläche



Beflammung nach DIN 4102

Feuchtigkeit:
~4 Gew. %

Zuschlagstoffe:
Blähton
0-15 mm
ohne Natursand

Betonrohddichte:
1,3 t/m³

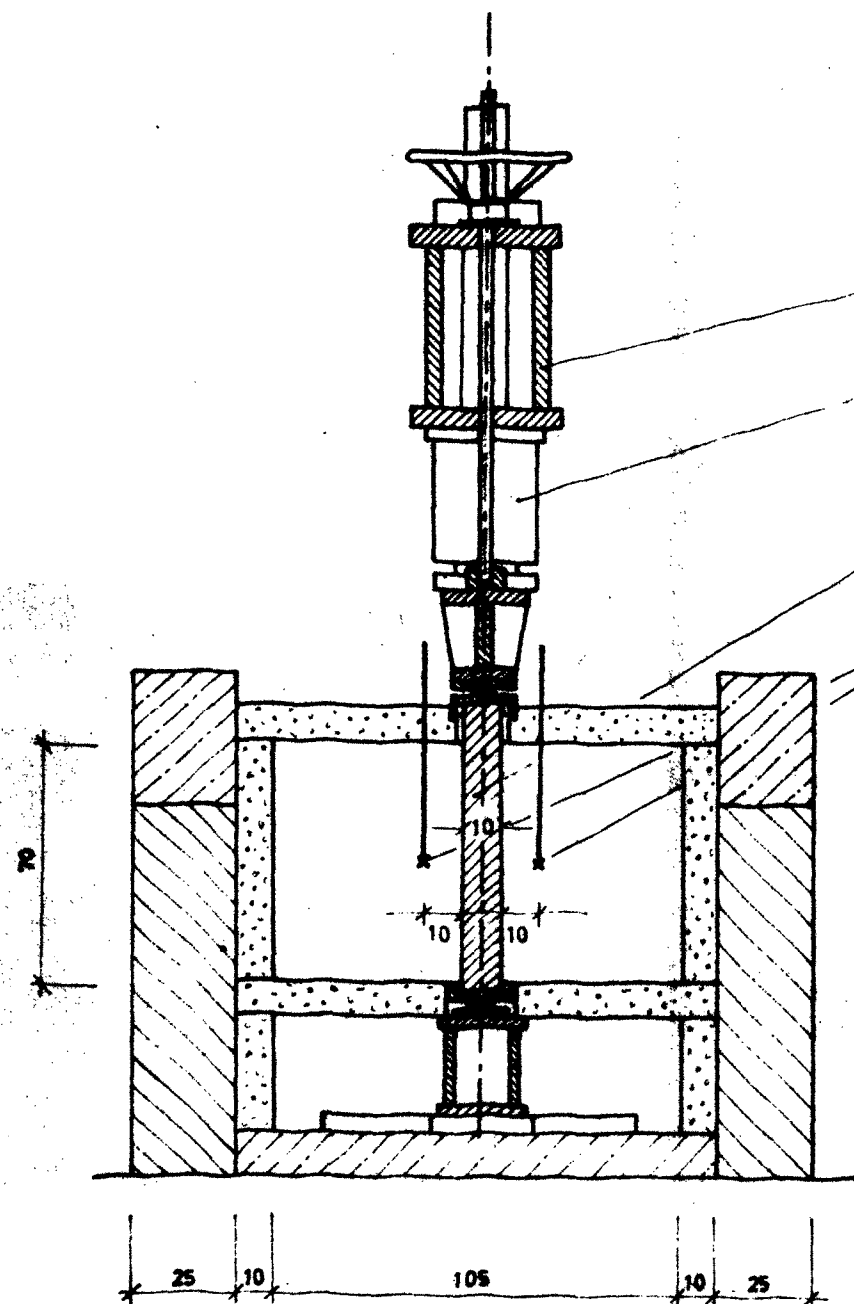
Isothermenverlauf in °C

Leca 3.2

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 6.08

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen



Brandraumquerschnitt

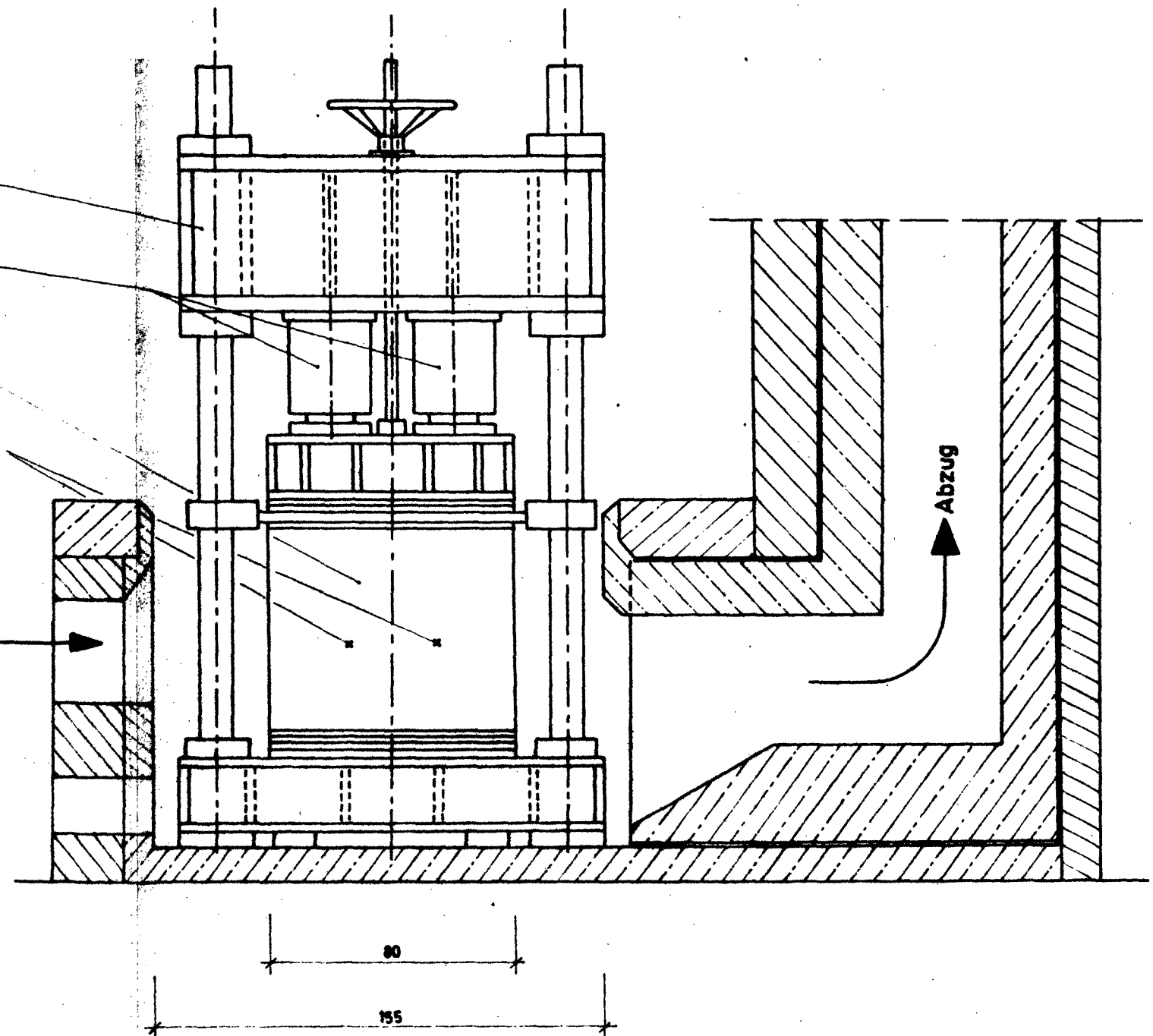
Belastungsgerüst

100 Mp Pressen

Versuchskörper
80 / 80 / 10

NiCr - Ni - Thermo-
elemente

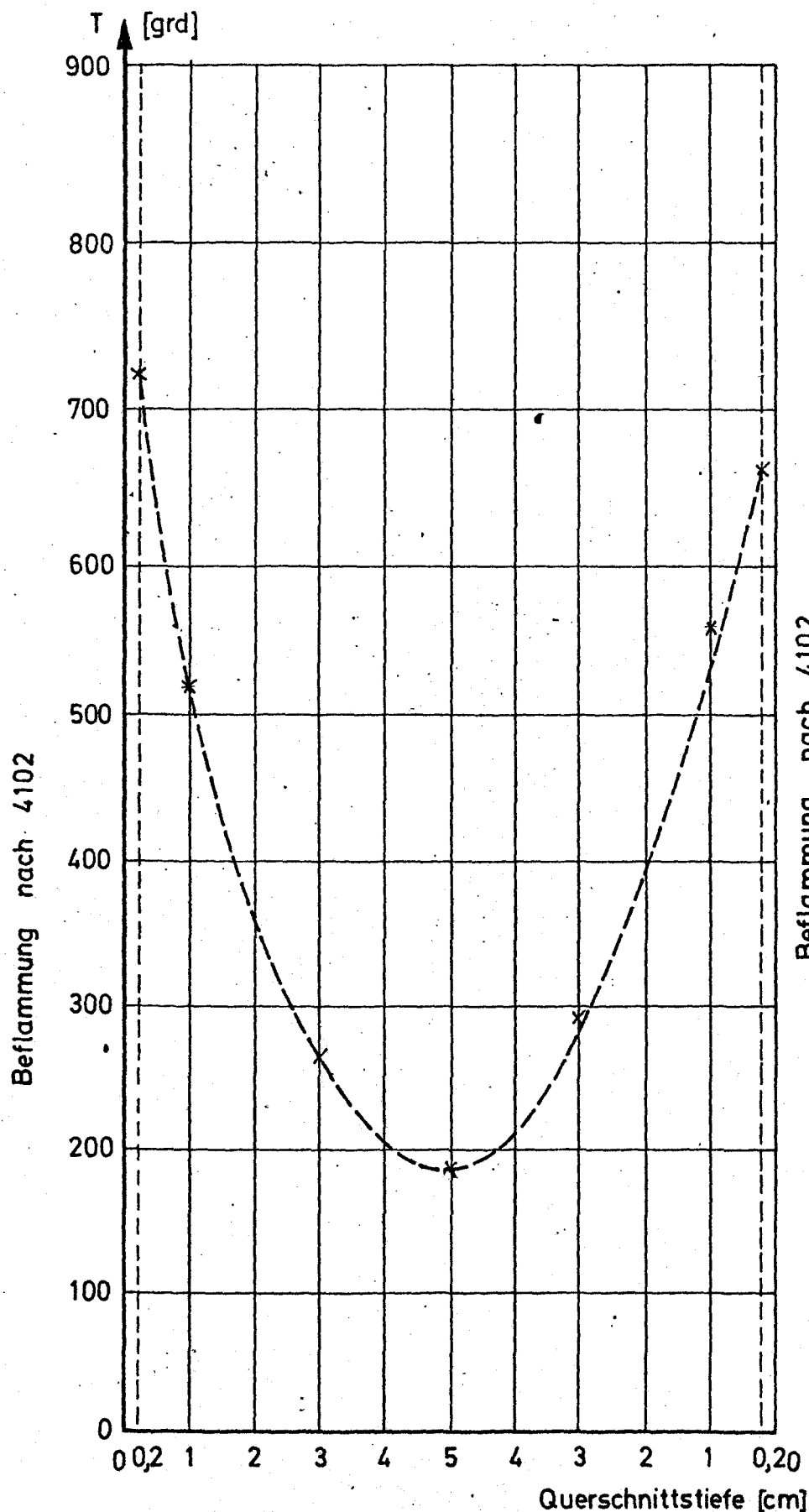
Brenner



Brandraumlängsschnitt

Darstellung ohne Brandraumabdeckung und
Ummantelung des Prüfrahmens

Versuchsaufbau	Versuchskörper a - n
Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung	Anlage 7



Brandraumtemperatur
zum Zeitpunkt des
Versagens 870 grad

$t = 42$ min

Beflammung nach 4102

Zuschlagstoffe :
Blähschleier
0 - 25 mm
ohne Natursand

Betonrohddichte :
 $1,6 \text{ t/m}^3$

Feuchtigkeit:
7,75 Gew.-%

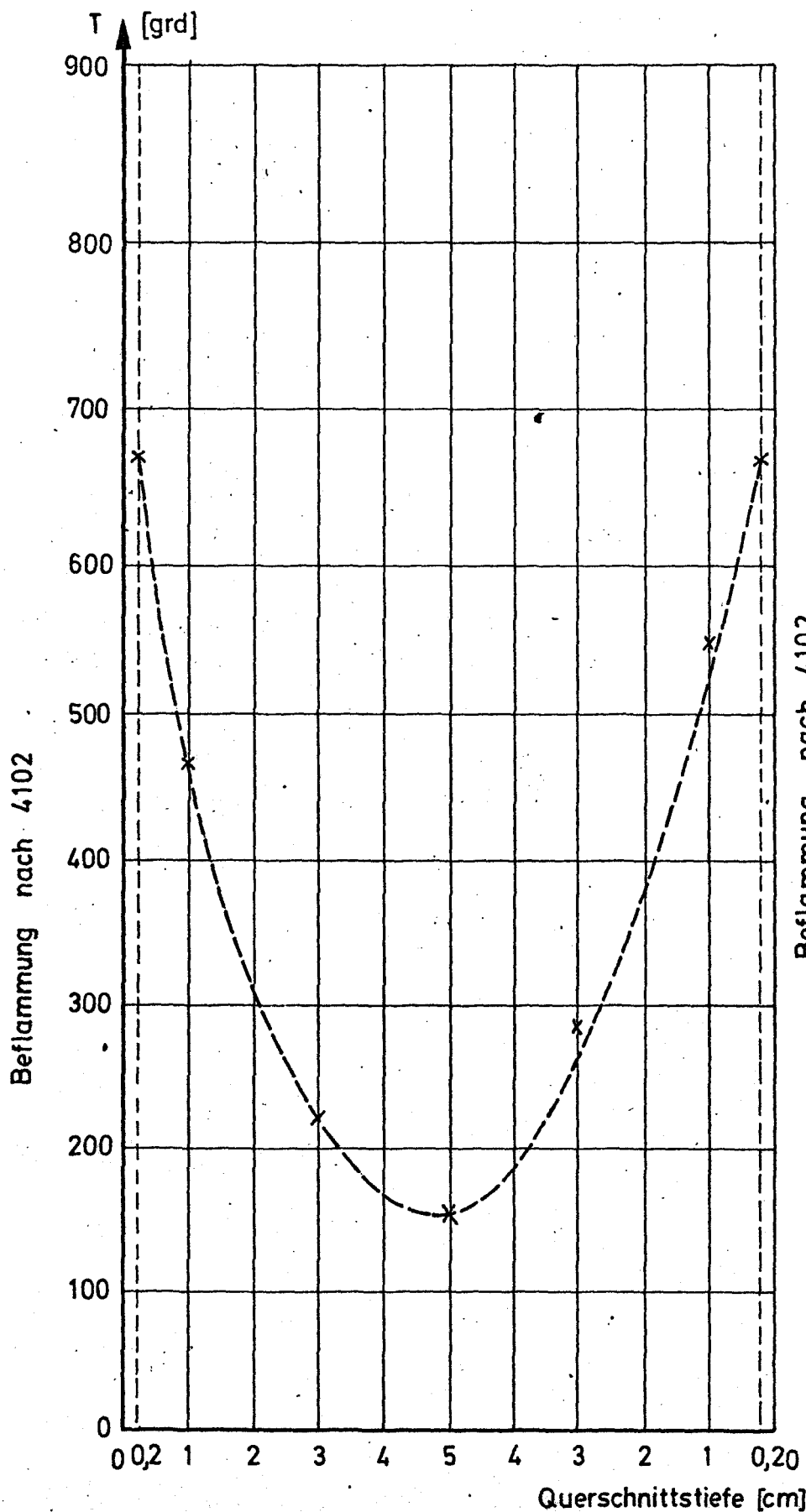
Temperatur im Querschnitt zum Zeitpunkt
des Versagens

Versuchskörper b

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen

Anlage 8.01



Brandraumtemperatur
zum Zeitpunkt des
Versagens 885 grad

$t = 44 \text{ min}$

Zuschlagstoffe :
Blähschiefer
0-25mm
ohne Natursand

Betonrohddichte :
 $1,6 \text{ t/m}^3$

Feuchtigkeit
4,23 Gew. %

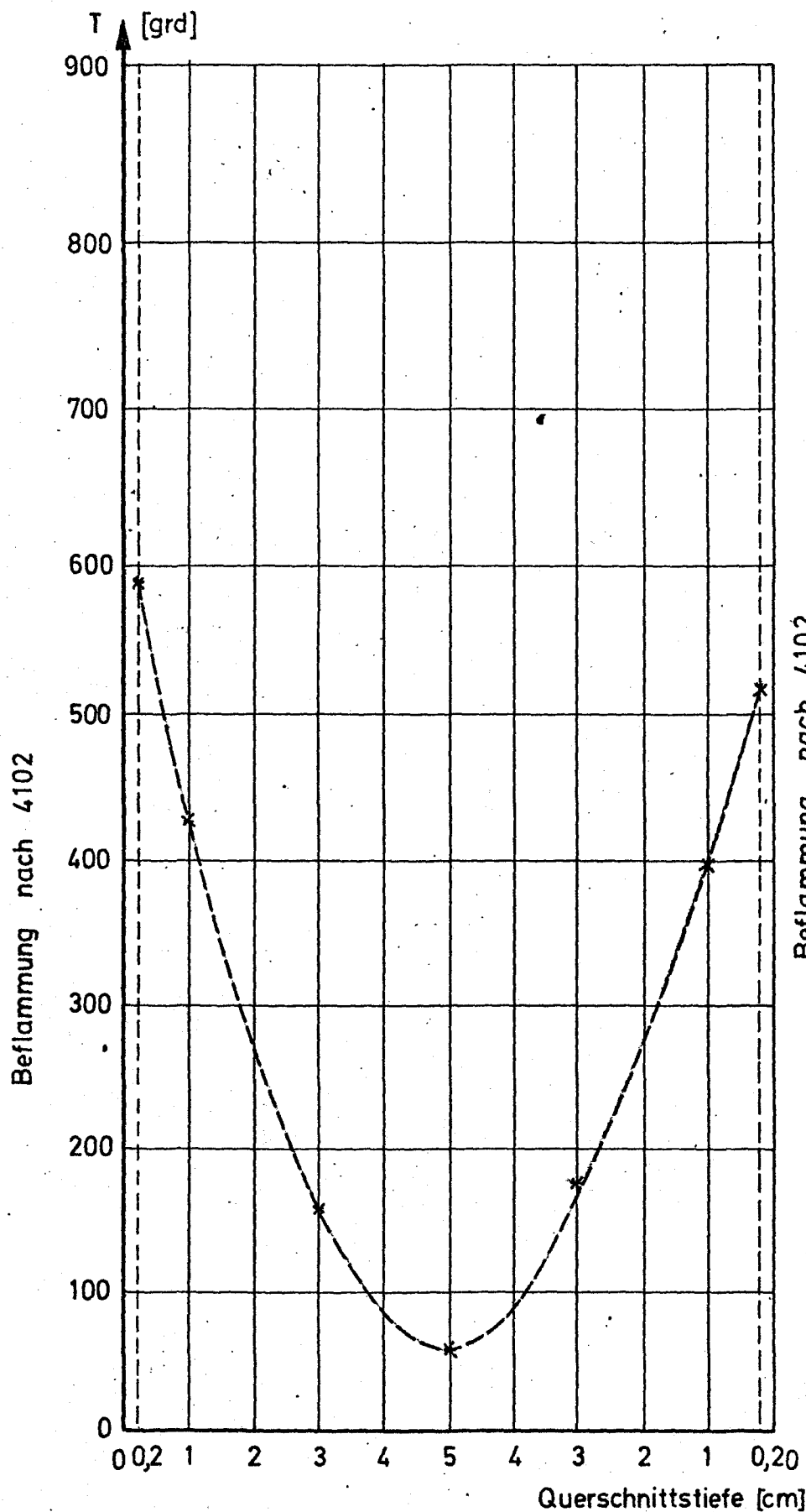
Temperatur im Querschnitt zum Zeitpunkt
des Versagens

Versuchskörper e

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 8.02

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Ämliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen



Brandraumtemperatur
zum Zeitpunkt des
Versagens 810 grad

t = 26 min

Zuschlagstoffe :
Blähschiefer
0-25 mm
ohne Natursand

Betonrohddichte :
1,6 t/m³

Feuchtigkeit:
3,30 Gew. %

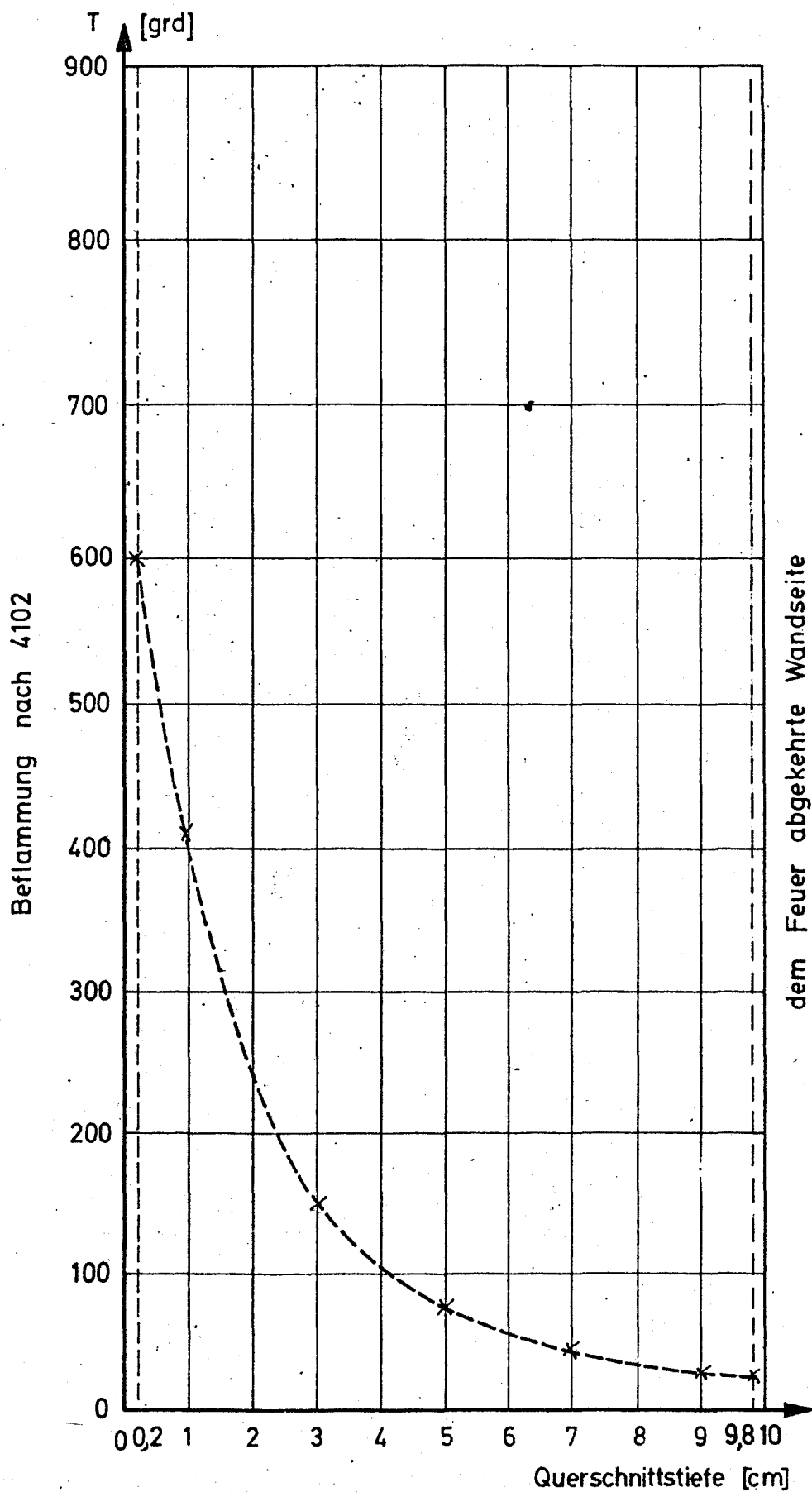
Temperatur im Querschnitt zum Zeitpunkt
des Versagens

Versuchskörper g

Grundlagenversuche: Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 8.03

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Ämliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen



Brandraumtemperatur
zum Zeitpunkt des
Versagens 842 grd

t = 32 min

Zuschlagstoffe :
Blähton
0 - 12 mm
ohne Natursand

Betonrohddichte:
1,6 t/m³

Feuchtigkeit:
6,75 Gew. %

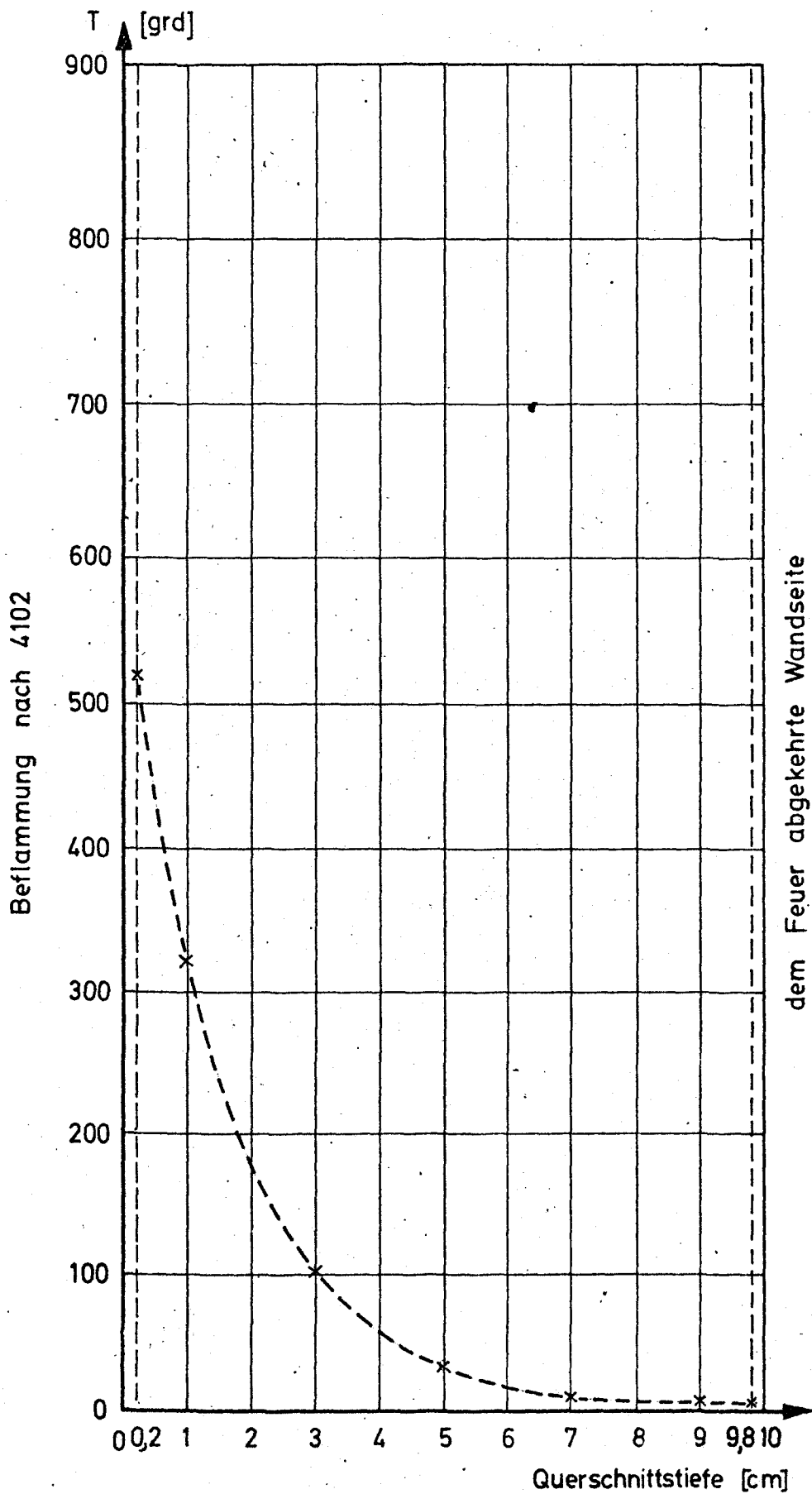
Temperatur im Querschnitt zum Zeitpunkt
des Versagens

Versuchskörper h

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 8.04

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amlicke Materialprüfanstalt für das Bauwesen



Brandraumtemperatur
zum Zeitpunkt des
Versagens 760 grad

$t = 20 \text{ min}$

Zuschlagstoffe :
Blähton
0-12 mm
ohne Natursand

Betonrohddichte
 $1,6 \text{ t/m}^3$

Feuchtigkeit
6,75 Gew. %

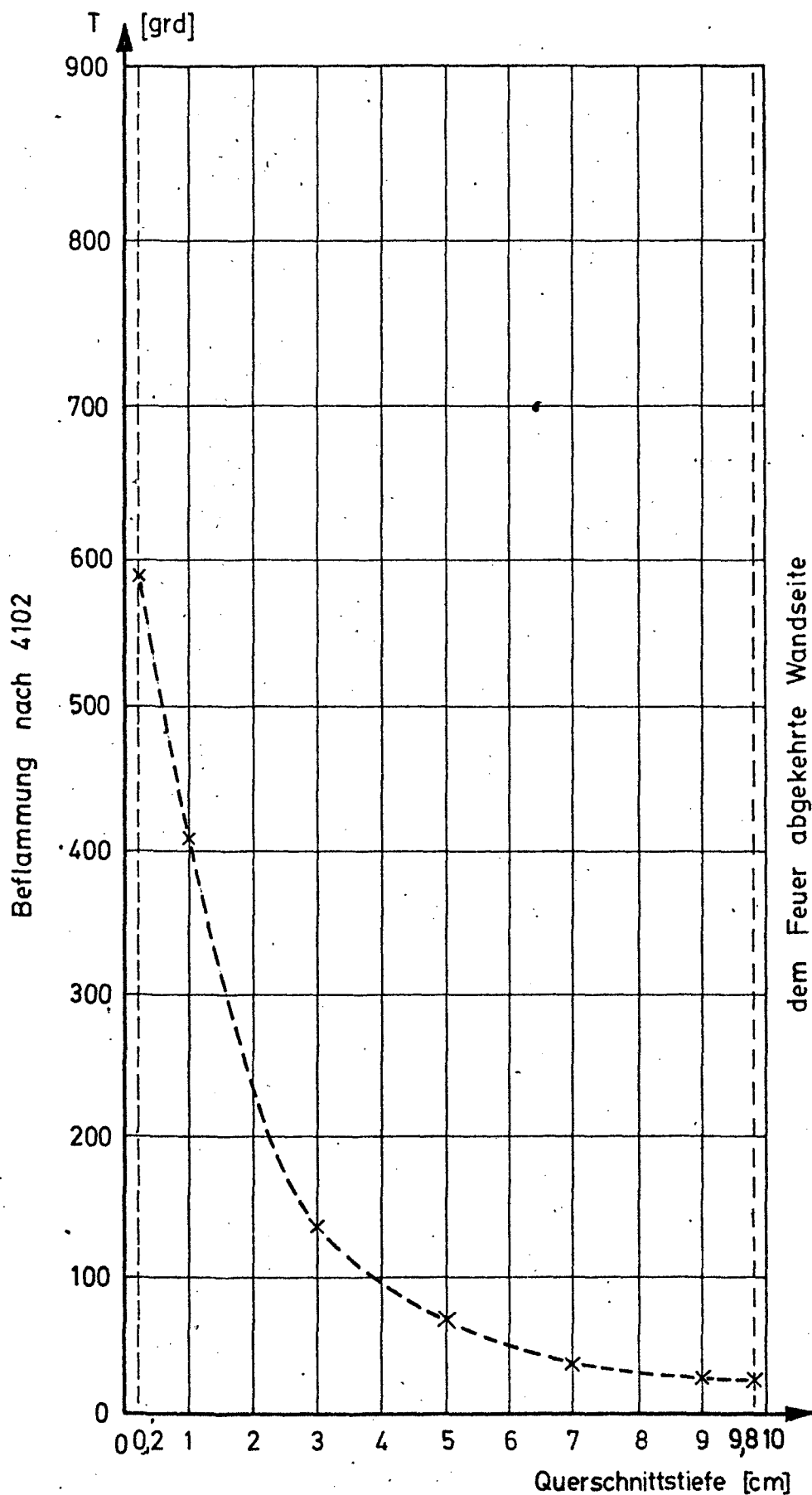
Temperatur im Querschnitt zum Zeitpunkt
des Versagens

Versuchskörper i

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 8.05

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Ämtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen



Brandraumtemperatur
zum Zeitpunkt des
Versagens 825 grad

$t = 32 \text{ min}$

Zuschlagstoffe :
Blähton
0-12 mm
ohne Natursand

Betonrohddichte
1,6 t/m³

Feuchtigkeit
6,75 Gew. %

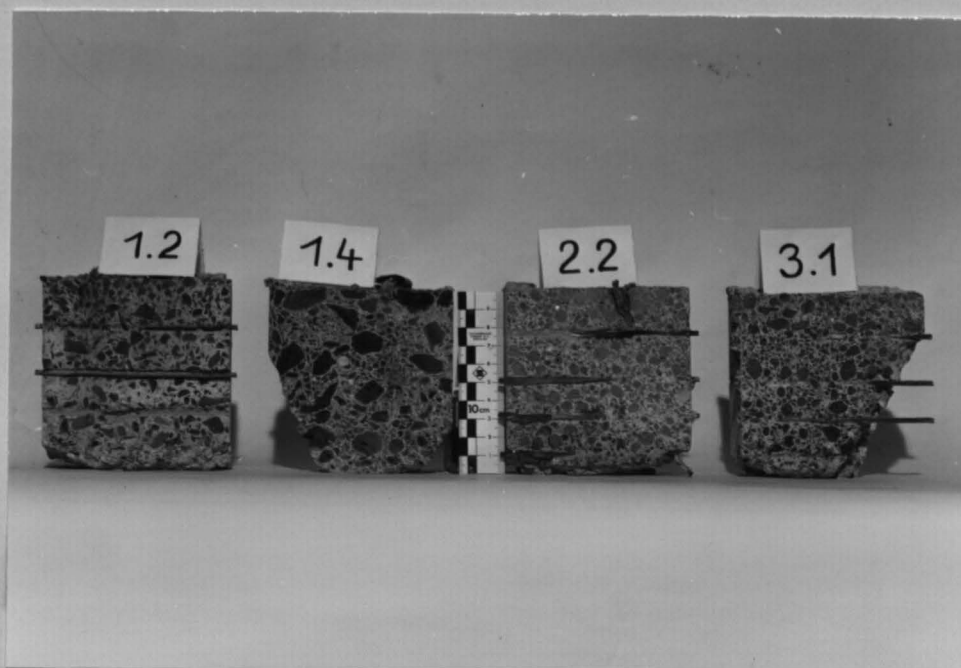
Temperatur im Querschnitt zum Zeitpunkt
des Versagens

Versuchskörper k

Grundlagenversuche : Konstruktionsleichtbeton
unter Brandbeanspruchung

Anlage 8.06

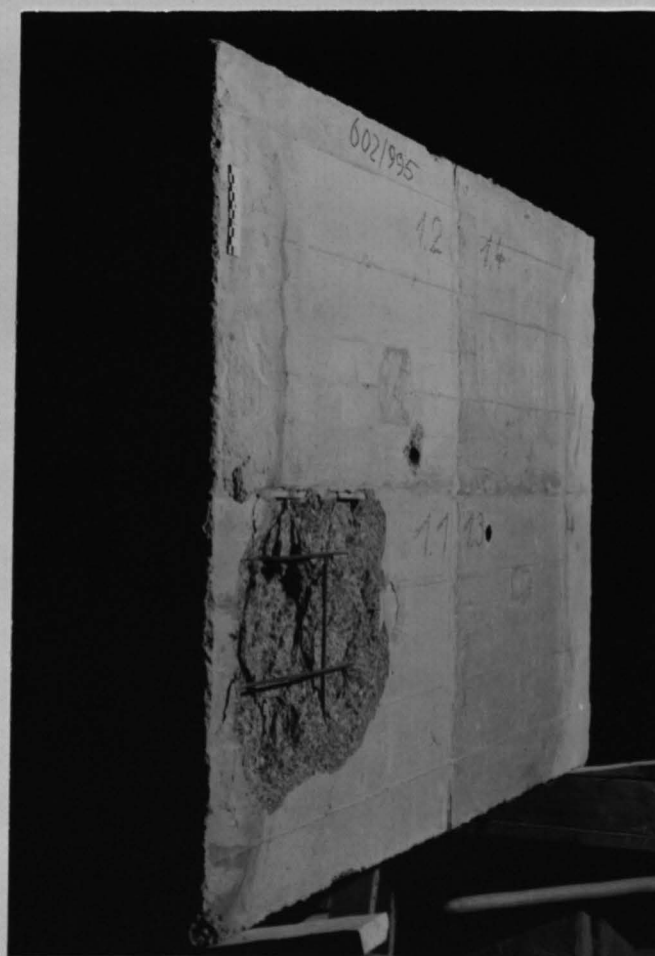
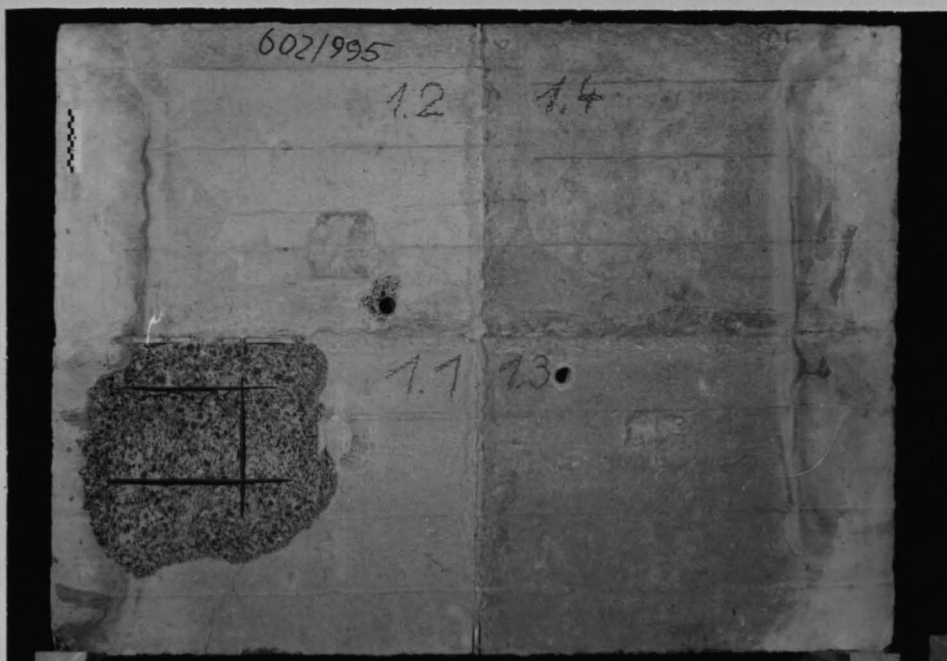
Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
Technische Hochschule Braunschweig
Amfliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen



Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

Leichtbetongefüge in den Meßquerschnitten

Bild 1



Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

Versuchskörper A
beheizte Plattenunterseite nach dem Versuch

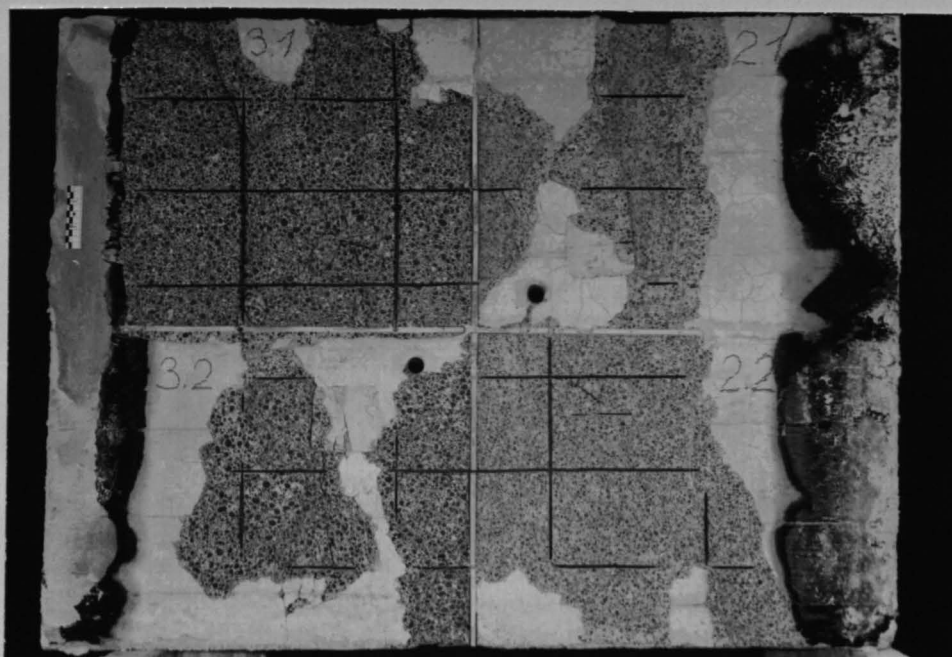
Bilder 2+3



Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

Versuchskörper B
beheizte Plattenunterseite nach dem Versuch

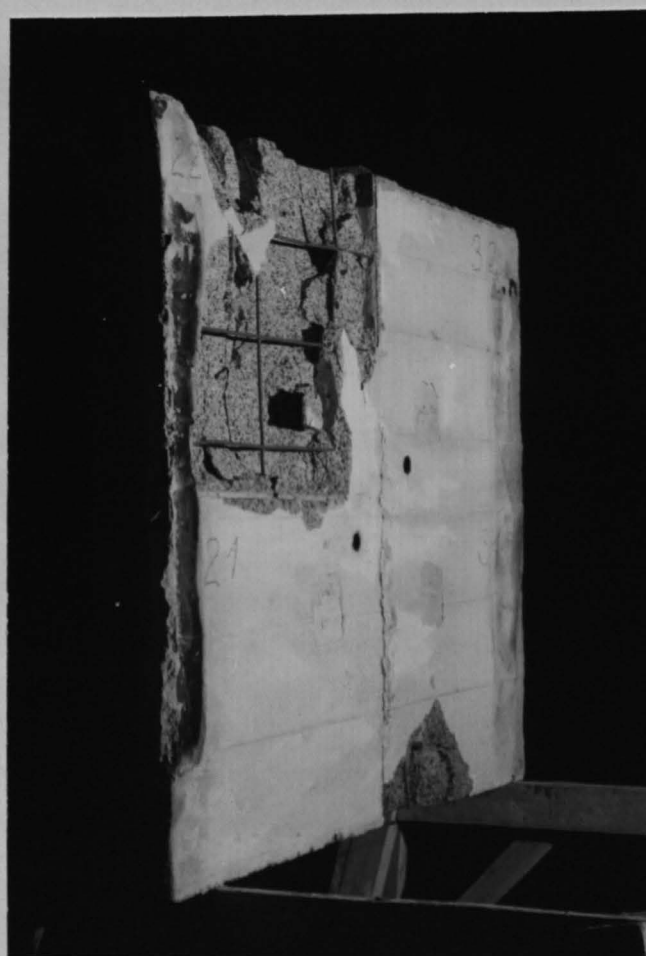
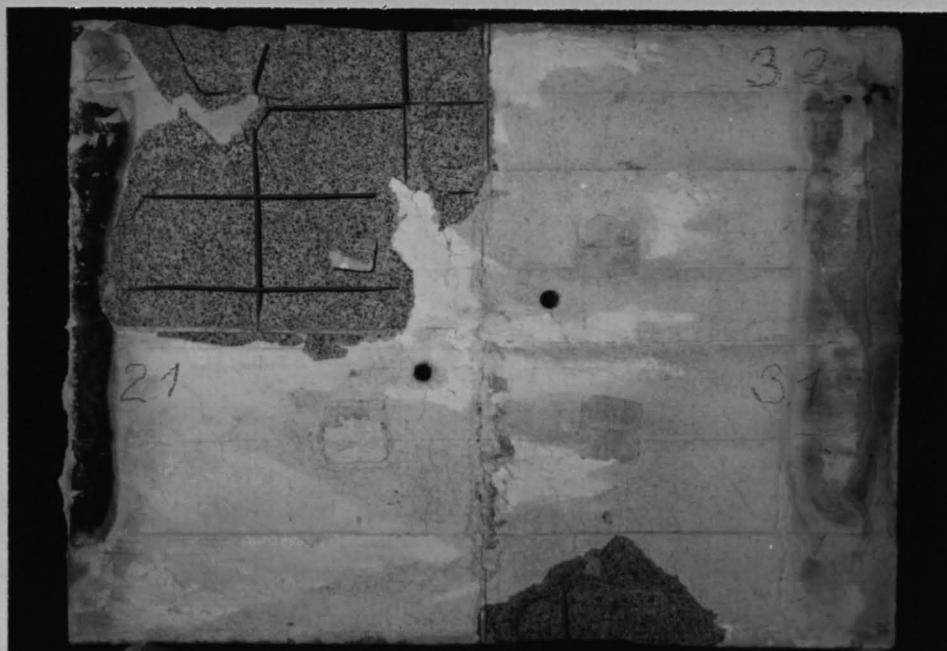
Bilder 4 + 5



Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

Versuchskörper E
beheizte Plattenunterseite nach dem Versuch

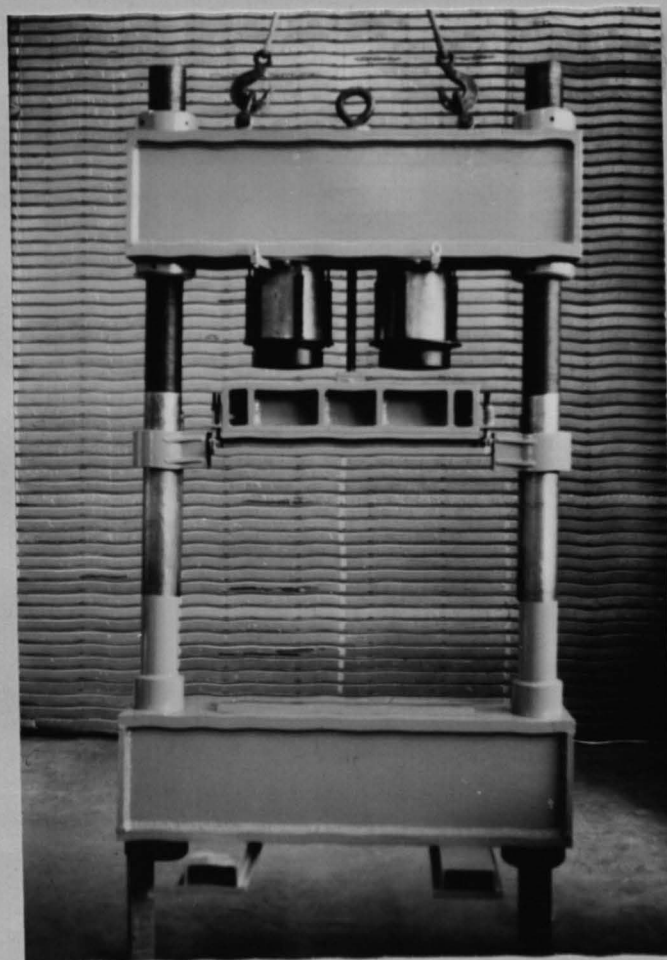
Bilder 6+7



Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

Versuchskörper F
beheizte Plattenunterseite nach dem Versuch

Bilder 8+9



Konstruktionsleichtbeton unter Brandbeanspruchung

Belastungsgerüst
für wandartige Elemente

Bild 10